

Foto: George Unterman

**Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo**  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>

199 01/01 2008

# IEE em REVISTA

Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano IV - Nº 1 - 1998



**O Centro de Excelência em Distribuição  
de Energia Elétrica - CED**



**ENTREVISTA :  
Sérgio Cabral**



**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

- Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Engº Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
- Máquinas Elétricas**  
Engº Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
- Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
- Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

- Equipamentos Eletromédicos**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Radiagnósticos**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/8137
- Manutenção Radiológica**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Desenvolvimento de Software**  
de Redes - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
- Eletrônica de Potência**  
Engº Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
- Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

- Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
- Equipamentos de Medição**  
Engº Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
- Padrões Elétricos**  
Engº Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
- Aferição e Calibração**  
Engº Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera-Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983



Capa: Algeo B. Cairoli - Fotos: Adalberto Caracho

*O CED e seu entrosamento com a pesquisa aplicada na distribuição de energia*

3

EDITORIAL

**O CENTRO DE EXCELÊNCIA EM DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CED)**

4

ENTREVISTA

**EM BUSCA DA EXCELÊNCIA**

6

ARTIGOS

**O CED E AS PESQUISAS NA ÁREA DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

**AMOSTRA POSITIVA DA COMBINAÇÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA COM O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

**PROJETOS DE MATERIAIS DO CONVÊNIO CED**

**O FUTURO DO CED**

**CURVAS DE CARGA - POSSE E HÁBITOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

11

**OS PROJETOS DO CED NO PERÍODO 1991-1997 SERVIÇOS CREDENCIADOS DO IEE/USP**



Carlos Américo Morato de Andrade  
Diretor Geral IEE/USP

**EDITORIAL**

**O Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica (CED)**

O Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica (CED) é uma parceria entre a Universidade de São Paulo e as três concessionárias de energia elétrica do Estado de São Paulo, CESP, Eletropaulo e CPFL. Por meio de um Convênio assinado em outubro de 1990, estabeleceu-se um consórcio entre estas organizações com a finalidade de desenvolver a distribuição de energia elétrica, através da pesquisa e do desenvolvimento.

O Instituto de Eletrotécnica e Energia foi a unidade da USP que gerou a idéia da criação deste Centro e o local escolhido para abrigar suas atividades.

Pouco tempo após a instalação do CED, este recebe do IEE local preparado para acomodar as instalações de secretaria, laboratório de microcomputadores ligados à rede USP e Internet e os consultores que vinham sendo contratados para trabalhar nos diversos projetos.

Durante 7 anos de intensa atividade, o CED desenvolveu projetos e estudos em todos os campos da distribuição, impondo-se como um centro referencial no campo, em termos nacionais, tendo adquirido mesmo renome internacional, através dos inúmeros trabalhos apresentados nos mais importantes congressos mundiais.

O CED é o representante nacional junto ao CIRED - Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution, e tem mantido estreito contato com importantes organizações como a CEA - Canadian Electrical Association, com o INESC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, de Portugal, com a EDP - Eletricidade de Portugal, com o EPRI - Electrical Power Research Institute e com o IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers.

No Brasil, o CED tem trabalhado em conjunto com o CODI e com o CCON, por meio de projetos de interesse comum.

Os pesquisadores, professores e consultores do CED têm tido participação ativa em todos os eventos, nacionais e internacionais, da área da distribuição, como os congressos do SENDI - Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, o SEMEL - Seminário de Materiais no Setor Elétrico, o IEEE/DES em Chicago, o IEEE do Chile, o Seminário DSM 95 em San Jose, CA, o 8th International Symposium on Electrets, Paris, 1994 e os congressos do CIRED na Bélgica e Inglaterra.

A principal atividade do CED está centrada em projetos de

pesquisa, cujos temas são escolhidos de comum acordo entre os quatro parceiros. Os resultados destes trabalhos são, além de divulgados na literatura internacional, colocados em prática nas empresas de eletricidade, tão logo isto seja possível. É característica do CED desenvolver trabalhos que liguem, da forma mais direta possível, a ciência e tecnologia com a aplicação e o benefício social.

O CED desenvolveu projetos nas seguintes áreas de distribuição:

Materiais	5 projetos
Supervisão e Controle	6 projetos
Surtos e Transitórios	3 projetos
Proteção	4 projetos
Planejamento	10 projetos
Eletrônica	2 projetos
Equipamentos	4 projetos
Manutenção e Operação	1 projeto

Para a realização deste grande número de projetos o CED contou, além do corpo técnico do Instituto de Eletrotécnica e Energia, com apoio constante e fundamental de um grupo de professores da Escola Politécnica e de consultores de diversas organizações acadêmicas e não acadêmicas. A reunião deste conjunto de pessoas com experiências em diferentes áreas de atuação foi extremamente salutar para o desenrolar das atividades técnicas científicas do Centro de Excelência.

No momento em que a Eletricidade nacional passa por um profundo processo de reforma, o CED reúne todas as condições para prestar ao governo e à indústria brasileira um importante apoio técnico. Hoje existe no país, na área de distribuição, um Centro capaz de produzir importantes melhorias técnicas no sistema, sendo efetivamente um local de apoio que está surgindo para a nossa indústria elétrica.

O Instituto de Eletrotécnica e Energia, através do CED, espera poder auxiliar efetivamente os governos estaduais e federal nas áreas de sua competência, apoiando de forma decisiva o grande crescimento que, se espera, acontecerá no setor elétrico brasileiro.



ISSN 1413-229X

IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - **Reitor da USP:** Jacques Marcovitch - **Diretoria do IEE/USP:** Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - **Comissão de Divulgação:** Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - **Consultor e Coordenador Editorial:** Walfredo Schmidt - **Jornalista Responsável:** Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação:** Liber Comunicação (Tel.: 495-7180 / 9996-3155)

## Em busca da excelência

O CED - Centro de Excelência em Distribuição há 7 anos contribui para o aperfeiçoamento da distribuição de energia elétrica

IVANIR V. DE OLIVEIRA

O engenheiro Sérgio Lúcio Salomão Cabral foi um dos fundadores do Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica. Durante 5 anos, exerceu o papel de secretário executivo do CED. É a partir dessa vivência e experiência profissional, que ele conta, nessa entrevista, como foi criado o Centro de Excelência, como é o seu funcionamento, seus principais projetos e objetivos de expansão.

**IEE em Revista:** Em que contexto surgiu o CED, em 1990?

**Sérgio Cabral:** Sempre houve uma interação da Universidade com as empresas de energia elétrica, mas através de convênios, específicos ou genéricos. As empresas costumavam trazer trabalhos para o meio universitário, em busca de mão-de-obra muito capaz e de baixo custo. Na época, era diretor do Instituto de Eletrotécnica e Energia o professor João Ernesto Robba, que liderou a iniciativa de organizar uma associação da Universidade com as empresas de energia elétrica, para se buscar a excelência na área de distribuição, de forma que a Universidade não figurasse apenas como uma executora de programas, mas como uma sócia. Essa foi a base para a criação do CED, em 1990. Os trabalhos tiveram início em 1991, com objetivos bem definidos: capacitar e formar mão-de-obra especializada necessária às empresas; propiciar o desenvolvimento de professores e alunos de engenharia; a interação técnico-científica com centros de pesquisa nacionais e internacionais; integrar concessionárias e indústrias nos programas de P&D e gerar competência técnico-científica em conservação e distribuição de energia. O CED alargou o campo profissional dos engenheiros das empresas de energia e também da Poli. Eles passaram a ter a oportunidade de realizar dissertações de mestrado e teses de doutorado a partir da participação em projetos, com os quais eles estavam em contato por tempo integral. Essa atuação melhorou muito a qualidade da mão-de-obra das concessionárias e os profes-

sores tiveram muitas oportunidades de viagens ao exterior para participar de seminários e congressos. Até 97, cerca de 3 mil profissionais foram treinados pelo CED.

**IEE em Revista:** E como foi pensada a estrutura do Centro de Excelência?

**Sérgio Cabral:** O Centro de Excelência não foi criado como uma personalidade jurídica, justamente para que tivesse uma estrutura leve, flexível e não estivesse submetido a interesses políticos. Desde o início, também ficou definido que o CED não teria um corpo administrativo muito grande. Essa área seria suprida pelo pessoal do IEE, que também ofereceria o corpo técnico. Esses profissionais seriam formados pelos próprios professores e pesquisadores do IEE, além de professores da Poli, em associação com outras escolas de engenharia brasileiras ou estrangeiras. E ainda por consultores e entidades contratadas.

**IEE em Revista:** Como é dirigido o Centro de Excelência?

**Sérgio Cabral:** Foi criado um Conselho Diretor, que tem como participantes os três diretores de Distribuição das estatais, o Diretor da Escola Politécnica e o Diretor Geral do IEE, que é também o Diretor Técnico e um Secretário Executivo, funcionário de uma das empresas. Há ainda um comitê técnico formado pelos gerentes de engenharia das empresas de energia, um representante do IEE e um da Escola Politécnica. O planejamento do trabalho é feito em conjunto, com os sócios propondo os assuntos a serem pesquisados.

**IEE em Revista:** Como está a interação do CED com centros de pesquisa internacionais?

**Sérgio Cabral:** Essa integração tem sido um sucesso, porque ao longo desses anos o CED fez acordos formais com o CEA - Canadian Electric Association, que reúne concessionárias e indústrias canadenses; com a EDF, da França; com a

Iberdrola, da Espanha; a EDP, de Portugal e a ENEL da Itália. Estabeleceu contatos com o Japão e com o EPRI, dos Estados Unidos. O CED passou também a representar a CIRED, conferência internacional que só cuida do assunto de distribuição e reúne todos os países do mundo para discutir o tema a cada dois anos. Nesses encontros, o CED apresentou vários trabalhos, de valor reconhecido e por isso ficou com a representação.



Sérgio Cabral

**IEE em Revista:** De onde vêm os recursos financeiros do CED?

**Sérgio Cabral:** Nos três primeiros anos o CED funcionou basicamente com verbas vindas das concessionárias e da USP. Mas já no final do segundo ano começou a gerar renda própria, através da cobrança de trabalhos para empresas privadas, do aluguel de espaço para os fabricantes exporem seus produtos durante os seminários, das inscrições nos workshops. De forma que se tornaram proporcionais os recursos próprios e os recebidos das concessionárias.

**IEE em Revista:** Quais os projetos de maior impacto desenvolvidos pelo CED?

**Sérgio Cabral:** Um dos estudos mais importantes e que gera maiores benefícios é o que realizamos sobre descargas atmosféricas. Quando um raio cai em um determinado local, mesmo que distante, ele gera um campo elétrico que pode interferir nas redes de distribuição. Isso queima equipamentos e é também um risco para vidas humanas. Foi iniciado no Japão um estudo com teorias de modelos reduzidos, para medir a intensidade das descargas. O CED avançou nesses estudos, o que rendeu trabalhos internacionais apresentados em vários congressos pelo mundo e um treinamento eficaz dos colegas das concessionárias, com proposições para a atividade desenvolvida por eles nesse campo.

A CESP apresentou economias fantásticas desde que adotou as soluções propostas por esse trabalho para uso dos pára-raios e do cabo-guarda. Essas idéias já estão sendo utilizadas em vários países, temos pesquisadores estudando fora daqui. Na parte de materiais, temos um projeto importante sobre o uso de polímeros, que são muito suscetíveis à irradiação solar. Nosso clima influi negativamente de modo acentuado sobre a durabilidade do material. Então formamos um grupo, com a participação de vários fabricantes, que estudou várias soluções e chegou a bons resultados. Outro setor a que o CED ofereceu uma boa contribuição é o de planejamento da distribuição elétrica, que ao contrário da geração de energia, é uma área difícil de prever necessidades a longo prazo, face à grande quantidade de obras pequenas e diversidade de equipamentos. Os franceses desenvolveram um modelo matemático para realização de planejamento agregado. Quando o CED foi criado, nós trouxemos esse estudo para o Brasil, em sociedade com o CODI, o órgão que reúne as empresas de distribuição de energia do sudeste e cen-

tro-oeste. Hoje o assunto está dominado pelo pessoal da Politécnica e o software já está sendo usado no país. A Eletrobrás e o CODI contrataram o Centro de Excelência, que está implementando esse trabalho em todas as empresas de distribuição de energia. Nós também ajudamos muito na implementação do Banco de Dados de Energia, criado pelo IEE.

**IEE em Revista:** Hoje há necessidade do país economizar energia. O CED fez alguma contribuição nesse campo?

**Sérgio Cabral:** No Brasil, essa questão de economizar energia ainda é muito pouco desenvolvida. O Centro de Excelência elaborou um estudo para detectar como é a curva de consumo, de acordo com classe de consumidor. Sabemos durante o dia todo como é que um determinado tipo de usuário interfere nas redes elétricas. Isso é fantástico para o planejamento. Esse trabalho já está concluído e em uso pelas empresas, podendo ainda ser aperfeiçoado.

**IEE em Revista:** E no momento, qual é a principal atividade do CED?

**Sérgio Cabral:** Um dos mais importantes é sobre qualidade de energia, que é o assunto do momento, porque hoje o consumidor já faz essa exigência. Ele, por exemplo, não suporta interrupções frequentes, principalmente por causa do uso de equipamentos sofisticados como computadores. Hoje é muito estimulado o uso de eletrodomésticos como forno de microondas, chuveiros com controle de temperatura, interruptores que regulam a intensidade da luz; a TV a cabo também se expande cada vez mais e esses aparelhos são terríveis para injetar poluição elétrica na rede. A tendência internacional é passar a cobrar esse comportamento do consumidor, ou seja, quem for uma fonte poluidora vai ter que pagar por isso, porque os prejuízos são muitos. Essa

carga poluidora pode provocar o aquecimento de um motor e danificá-lo. É claro que os grandes poluidores são indústrias, escritórios, padarias, e não as residências. A qualidade de energia hoje é um problema seriíssimo, razão pela qual nós estamos com um projeto que prevê mensurar essa poluição em campo. Enquanto isso, outro grupo estuda a implementação de índices de suportabilidade, porque é evidente que não dará para reduzi-la a zero. O objetivo é fazer com que o consumidor, tendo que pagar pela poluição, dê preferência à compra de equipamentos com menores índices, pressionando os fabricantes a investir na redução da emissão de poluentes pelos equipamentos que coloca no mercado.

**IEE em Revista:** Quais os novos planos do CED?

**Sérgio Cabral:** Queremos fazer uma pesquisa cooperativa, ter novos associados ao centro além das três concessionárias paulistas de energia. A idéia é uma abertura para as outras empresas de energia e para a iniciativa privada. O Centro de Excelência seria o agenciador de uma interação no setor, buscando sempre a excelência em distribuição. Muitas indústrias já contribuíam com recursos para acompanhar os trabalhos do CED e durante cerca de dois anos funcionou uma certa pesquisa cooperativa, mas agora estamos em compasso de espera por causa da privatização. A Secretaria de Energia planeja criar uma Fundação que desenvolvesse esse mesmo conceito de excelência também nas áreas de geração, transmissão e conservação de energia. E que realize um trabalho participativo, em que os sócios têm o direito de trazer suas questões e a Universidade seja o palco para buscar soluções inovadoras. Como acontece no CED, que é uma boa proposta que deu certo e que podemos ampliar, para realizar um trabalho cooperativo.

### Complementação sobre informações da ABNT

Na edição III número 6, página 11, foi feito um relato sobre a normalização de disjuntores que evoluiu como segue.

1. Projeto NBR 5361- Disjuntores de Baixa-Tensão - Substitue as normas NBR 5361/83 e NBR 8176/83. Se aplica em disjuntores em caixa moldada, tensão

nominal entre fases até 380VCA, In até 400A, lcc simétrico e eficaz até 65kA, frequência de 60Hz. Para proteção contra sobrecarga e curto-circuito de edifícios e similares. Disjuntores sem manutenção.

2. Projeto 03:023.06-001 - Disjuntores para proteção contra sobrecorrentes em instalações domésticas e similares. Baseado na IEC 898/95. Para disjuntores com interrupção do ar, tensão nominal

entre fases até 440VCA, In até 125A e lcc até 25 kA. Para instalações elétricas de edifícios e similares. Disjuntores sem manutenção.

3. Projeto 03:017.05-003 - Dispositivos de Chaveamento e Controle de Baixa - Tensão.

Parte 2: Disjuntores. Baseado na IEC 947 -2/89. Tensão nominal até 1000 VCA ou 1500 VCC. Inclui disjuntores com fusíveis incorporados.

## O CED e as pesquisas na área de descargas atmosféricas

ALEXANDRE PIANTINI - IEE/USP

A crescente preocupação das concessionárias com a melhoria da qualidade do fornecimento de energia tem tornado cada vez mais evidente a necessidade de identificar as causas de perturbações nos sistemas elétricos e de estudar a eficiência das técnicas a serem adotadas tendo em vista a minimização do problema. Essa situação decorre principalmente da utilização cada vez maior de equipamentos sensíveis a interferências e interrupções de curta duração, como computadores, e da própria mudança do comportamento dos consumidores, que passaram a ser mais exigentes. Como consequência, tem-se verificado nos últimos anos um crescimento bastante acentuado da quantidade de estudos e pesquisas realizados nessa área, tendo em vista a busca de uma melhor compreensão dos fenômenos envolvidos na questão e a determinação de soluções técnica e economicamente viáveis, que proporcionem uma melhoria efetiva da qualidade da energia fornecida aos consumidores. Neste contexto aparecem com especial destaque as descargas atmosféricas, normalmente apontadas como responsáveis pela maior parte das interrupções não programadas das linhas de distribuição, mesmo em regiões com níveis cerâmicos relativamente moderados. No Estado de São Paulo, as descargas atmosféricas são em geral apontadas como responsáveis por aproximadamente 40 % do número total de interrupções do sistema de distribuição.

O CED desenvolve pesquisas nessa área desde a sua criação. Inicialmente através do projeto "Desempenho de Linhas Primárias" (Ref. STRA 001), que abordou o tema referente às tensões induzidas em linhas aéreas, rurais e urbanas, com e sem proteção, devido à ocorrência de descargas atmosféricas em suas proximidades (descargas indiretas). Embora os surtos de tensão decorrentes da incidência de descargas diretas na linha atinjam amplitudes bem superiores, as tensões induzidas por descargas indiretas representam normalmente um problema maior, em virtude de sua alta frequência de ocorrência. Visando a obtenção de uma maior segurança no direcionamento dos investimentos destinados à melhoria da confiabilidade dos sistemas elétricos, a pesquisa teve como meta principal, além do entendimento do fenômeno, o desenvolvimento de uma metodologia confiável para análise dos benefícios decorrentes das diferentes alternativas que podem ser aplicadas visando a melhoria do desempenho das linhas. Em função

da complexidade do tema, o trabalho foi desenvolvido numa base teórico-experimental, sendo para tal desenvolvidos modelos matemáticos, programas computacionais e um modelo em escala reduzida, o qual possibilitou a realização de ensaios em condições controladas. Tais ferramentas, usadas de modo complementar, constituíram-se em meios extremamente eficazes de investigação, tendo proporcionado as condições necessárias para o cumprimento dos objetivos propostos.

A grande quantidade de simulações computacionais e ensaios efetuados propiciou uma análise extensiva das características das tensões induzidas em linhas rurais e urbanas, bem como dos métodos de proteção, tendo sido analisadas as influências de parâmetros como a amplitude e forma de onda da corrente da descarga, altura do caboguarda, afastamentos e tensão disruptiva dos pára-raios, resistência de aterramento e localização do ponto de incidência da descarga em relação à linha e ao pára-raios mais próximo, além da forma de utilização (pára-raios nas três fases ou apenas na fase central). As comparações realizadas entre tensões medidas e calculadas em diversas situações, mostraram a consistência e confirmaram a validade dos modelos matemáticos e dos programas desenvolvidos. Como principal resultado dos estudos realizados destaca-se o desenvolvimento de uma metodologia inédita, baseada em modelos teóricos comprovados experimentalmente, que possibilita a realização de comparações entre os benefícios - em termos de redução do número de interrupções - decorrentes da utilização de diferentes alternativas de proteção contra sobretensões ocasionadas por descargas atmosféricas.

Após a conclusão do projeto "Desempenho de Linhas Primárias", as atenções voltaram-se aos surtos na rede de baixa tensão. Atualmente encontra-se em andamento, com previsão de conclusão em março de 1998, um estudo intitulado "Surtos em linhas de distribuição" (Ref. STRA 002), que visa a obtenção de informações a respeito das características: intensidade, frequência de ocorrência e sensibilidade com relação a

parâmetros como resistência de aterramento, amplitude e forma de onda da corrente do "return stroke" etc., dos diferentes tipos de sobretensão a que podem estar submetidos os clientes das empresas de energia.

Já aprovado pelo Comitê Técnico do CED para início em abril de 1998, o projeto "Surtos na Rede Secundária" (Ref. STRA 003) terá como objetivo principal o desenvolvimento de metodologia para a elaboração de recomendações técnicas relativas à proteção de redes de baixa tensão contra descargas atmosféricas, contemplando a definição dos requisitos mínimos a serem atendidos pelos dispositivos de proteção e o estabelecimento de critérios para sua utilização.

Importante se faz destacar que, ao lado das soluções encontradas para problemas práticos das empresas, dentro dos temas desses projetos foram desenvolvidos trabalhos de pós-graduação - uma Tese de Doutorado e três Dissertações de Mestrado (uma delas em andamento) - e gerados diversos artigos técnicos, apresentados em congressos nacionais e internacionais, que ajudaram a difundir ainda mais o nome e o prestígio do CED.



Modelo em escala reduzida para estudo de tensões induzidas em linhas urbanas

## Amostra positiva da combinação da pesquisa científica com o desenvolvimento tecnológico

PROF. DR. ROBERTO MENDONÇA FARIA

A correta combinação da pesquisa científica com o desenvolvimento tecnológico é um dos elementos fundamentais para o estabelecimento de uma vigorosa economia, em qualquer sociedade contemporânea. Um primeiro contato com o tema sugere a existência de uma seqüência natural, e linear, na cadeia do desenvolvimento do conhecimento, levando o saber adquirido (avanço científico) à geração de bem estar para a população (aplicação útil da tecnologia). Existem, entretanto, entre esses dois processos, várias etapas que dificultam a transposição do saber para o fazer. No Brasil esse tema deixou, há bem poucos anos, de ser um tema puramente acadêmico, e hoje muitas das instituições de pesquisa no Brasil vêm reorganizando suas linhas de investigação, procurando gerar um conhecimento que "seja repassado" à sociedade, a curto e médio prazo. Entretanto, esses centros de pesquisa, apesar de terem atingido uma certa maturidade científica e uma qualidade que lhes permitam um intercâmbio com os melhores centros internacionais, não conseguiram ainda estabelecer um mecanismo eficaz que consiga dar espaço ao chamado "desenvolvimento tecnológico". Talvez essa falha se dê pelo fato de que toda a estrutura que hoje funciona nos laboratórios e grupos de pesquisa seja ainda frágil, diante do apelo urgente ao desenvolvimento tecnológico e sua imediata aplicação.

A economia atual do mundo globalizado solicita a participação efetiva dos pesquisadores, mas tanto eles quanto a estrutura econômico-social do nosso país ainda não estão preparados para essa nova realidade. Nesse sentido órgãos de fomento à pesquisa (FINEP, CNPq e FAPESP) vêm oferecendo programas que financiam a pesquisa em parceria com empresas, e que visam a geração de tecnologia e solução de "gargalos tecnológicos" enfrentados pelo setor produtivo.

Portanto, exemplos de pesquisas voltadas à solução de problemas industriais, ou de qualquer setor que atende diretamente à sociedade, devem ser divulgados e analisados pedagogicamente, pois podem fornecer elementos gerais para estabelecer programas mais eficientes na interface entre investigação científica e aplicação tecnológica. Nesse contexto a divulgação das

pesquisas realizadas dentro dos programas voltados aos "materiais isolantes" - conhecidos por Projetos MATR, desenvolvidos no Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP se torna relevante, pois os resultados obtidos derivaram em aplicações rápidas e de sucesso, resolvendo alguns problemas ligados a materiais usados na rede de distribuição de energia elétrica. Esses projetos foram produtos do Convênio CED (Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica) financiados pelas empresas concessionárias de energia do Estado de São Paulo - CESP, Eletropaulo e CPFL. O sucesso aconteceu basicamente por três motivos, devidos à:

- 1- identificação clara de problemas existentes na rede de distribuição de energia;
- 2- formação de uma equipe compacta e de competência adequada aos assuntos envolvidos; e
- 3- instituições de pesquisa que deram suporte aos trabalhos de investigação que foram necessários.

Vale resgatar que, no caso específico desses projetos, a participação de engenheiros experientes e conhecedores profundos do sistema de distribuição de energia foi fundamental para a condução objetiva dos mesmos.

Os problemas que foram colocados como desafios estavam ligados às perdas de energia elétrica nas redes de distribuição, devido a falhas nos materiais isolantes usados nos cabos de distribuição. Esses materiais são poliméricos, tendo o polietileno como material básico e de estrutura físico-química variada, dependendo do fornecedor. Fez parte desse trabalho a comparação de desempenho desses diferentes materiais, e para isso foi necessária a montagem de dispositivos e sistemas de testes e ensaios, que foram subprodutos importantes. Hoje esses sistemas se tornaram equipamentos permanentes de prestação de serviços do IEE/USP.

Na seqüência foram feitos estudos de resistência ao trilhamento elétrico, de condutividade elétrica e perdas dielétricas, de parâmetros térmicos, e de análise de cargas e reforços, tanto em materiais virgens como naquelas submetidos a intempéries e envelhecimento. Procurou-se sempre estabelecer correlações entre os efeitos e fenômenos observados com as estruturas dos mate-

riais e sua evolução no tempo de uso. Além das medidas feitas no IEE com os sistemas montados pelo projeto, foram também realizadas muitas análises e investigações nos laboratórios do LAC/COPEL, no Grupo de Polímeros do Instituto de Física de São Carlos/USP, e no Departamento de Química da UFSCar. Pesquisadores dessas instituições estiveram, portanto, diretamente envolvidos nesses projetos, que contou ainda com a participação de consultores muito competentes na área de distribuição de energia.

Num estudo feito pelos engenheiros das concessionárias de energia do Estado de São Paulo foi demonstrado que, à medida que o projeto foi se desenvolvendo, o investimento feito pelas concessionárias era reposto pelas imediatas aplicações de seus resultados junto ao sistema de distribuição. Nos anos que vão se seguir, o lucro previsto deverá ser ainda maior, o que demonstra que o investimento em pesquisa, num setor tão complexo como o de distribuição de energia, é uma necessidade.

Um subproduto, de valor quase incomensurável, é o conhecimento adquirido e sua difusão dentro das empresas de distribuição. Esse efeito colabora com a melhoria da capacidade técnica de engenheiros do corpo técnico de instalação e manutenção. Por outro lado, as indústrias fornecedoras podem se beneficiar desses resultados procurando melhorar seus produtos, tornando-se assim mais competitivas.

Foi exatamente o que ocorreu com uma grande indústria fornecedora de cabos para linha de distribuição: ela procurou analisar os defeitos que o material polimérico apresentava, e em pouco tempo colocou no mercado um cabo de melhor qualidade. Portanto, não é reinventar a roda, quando se planejam pesquisas voltadas a soluções de problemas industriais, de consumo, de bem estar da população. É, antes de mais nada, compreender que é preciso participar de um mundo cada vez mais competitivo. Temos que acordar para essa realidade, e perceber que temos condições muito boas em nosso país para estabelecer uma filosofia ligada à investigação científica e tecnológica, e que dá certo. Os projetos não têm a ambição de traçar diretrizes, mas sim de mostrar um bom exemplo.

## Projetos de materiais do Convênio CED

EQUIPE DE ESPECIALISTAS DO IEE/USP, COPEL, CESP, ELETROPAULO, UFSCAR E CPFL

### INTRODUÇÃO

Os projetos de materiais isolantes, empregados nas redes aéreas de distribuição de energia elétrica, tiveram seu início em 1992, a partir de experiências de campo com redes aéreas protegidas, realizadas pelas concessionárias de São Paulo. Era conhecido o desempenho desses materiais em campo, mas permaneciam como incógnitas quais as características que influenciavam de maneira predominante os defeitos verificados. Além disso, os ensaios previstos nas normas oficiais não reproduziam os defeitos de campo.

Os projetos, enquanto estudos multidisciplinares, estabeleceram uma abordagem que envolveu especialidades em engenharia elétrica, química, física e de materiais, para viabilizar uma avaliação abrangente do comportamento de isolantes poliméricos.

Todo trabalho em grupo é de difícil realização, ainda mais quando é multidisciplinar e requer ensaios não padronizados e não normalizados nas normas em vigor.

A participação de especialistas de diversas áreas técnicas e de engenheiros das concessionárias de São Paulo impuseram um processo de maturação para a sistematização dos conhecimentos específicos e o estabelecimento de uma compreensão global dos problemas acadêmicos, laboratoriais e de aplicação em campo.

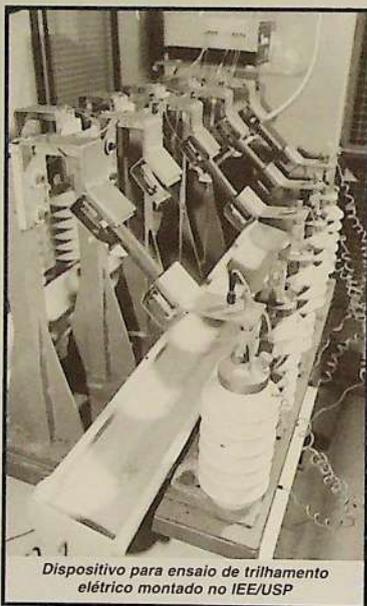
As dificuldades encontradas ao longo dos trabalhos se deviam ao fato de que, no Brasil, os estudos sobre isolantes poliméricos ainda estavam restritos a trabalhos acadêmicos e a desenvolvimentos industriais realizados por alguns fabricantes. Não havia entre as concessionárias informações técnicas suficientes que esclarecessem o comportamento termoelétrico de isolantes poliméricos e que facilitassem as relações com os fabricantes, através de especificações de materiais mais objetivas e práticas. Por outro lado, as informações técnicas obtidas na literatura internacional não tinham condições de aplicação, já que a maior parte dos problemas é decorrente de condições ambientais completamente diferentes, tornando as pesquisas necessariamente regionais.

No desenvolvimento dos estudos, o envolvimento e a participação dos fabricantes contribuíram para melhor identi-

ficar as excelências técnicas multidisciplinares que efetivamente permitiram a continuidade dos trabalhos.

### PRIMEIRO PROJETO

No âmbito do convênio CED, o primeiro projeto de pesquisa multidisciplinar na área de materiais poliméricos, intitulado Aplicação de Cabos Protegidos e Pré-Reunidos nas Redes Aéreas Primárias, iniciado em 1992, estabeleceu uma abordagem dos defeitos verificados em campo com o uso de cabos cobertos e pré-reunidos. A partir de hipóteses sobre os defeitos encontrados, foram definidas metodologias de ensaios de avaliação do desempenho.



Dispositivo para ensaio de trilhamento elétrico montado no IEE/USP

Como resultados, foram emitidos documentos técnicos que permitiram uma melhor difusão do conhecimento adquirido no projeto. Nestes documentos foram apresentadas diretrizes para otimização da utilização e manutenção destes tipos de cabos, além de resultados preliminares dos novos ensaios propostos (por exemplo, trilhamento elétrico em cabo pronto). Os ensaios contaram com a colaboração de indústrias como a Pirelli, Ficap, Furukawa e Alcoa, entre outras, que participaram na execução e/ou no fornecimento de cabos para

serem ensaiados. Esta primeira fase de testes foi importante para que novas metodologias fossem testadas e avaliadas. Esse projeto gerou sete documentos entre Relatórios, Artigos e Notas Técnicas e assinalou a necessidade de se prosseguirem as pesquisas nesta área.

### ACESSÓRIOS PASSAM A SER ANALISADOS CONJUNTAMENTE COM OS CABOS

O projeto sobre o Estudo de Acessórios para Cabos Protegidos, iniciado em 1993, deu continuidade ao de "Cabos Protegidos e Pré-reunidos nas Redes Aéreas Primárias", propondo-se a avaliar o desempenho dos cabos cobertos frente a diversos tipos de materiais utilizados na fabricação de acessórios (isoladores e amarrações) para a rede aérea de distribuição, especialmente aos possíveis efeitos da falta de compatibilidade entre estes materiais.

Buscando a reprodução dos defeitos encontrados na utilização dos cabos cobertos, novos ensaios (trilhamento elétrico e intemperismo) foram montados no IEE. Nesse projeto foi desenvolvida, a partir de uma série de experiências, uma metodologia para o ensaio de trilhamento elétrico diretamente sobre o cabo pronto e não somente sobre a placa do material polimérico confeccionada exclusivamente para o ensaio.

Através dos fenômenos elétricos, térmicos e mecânicos observados em campo com cabos cobertos e seus acessórios, foi desenvolvido também um ensaio de envelhecimento acelerado (denominado Intemperismo sob Tensão) em laboratório, buscando identificar ocorrências como: a susceptibilidade ao trilhamento elétrico e à erosão dos cabos e acessórios empregados; a sensibilidade desses materiais à radiação ultravioleta; o emprego em campo de materiais dielectricamente incompatíveis e a susceptibilidade aos esforços termomecânicos dos cabos e acessórios.

A metodologia do ensaio de Intemperismo sob Tensão e Trilhamento Elétrico em Cabo Pronto foi regulamentada no Comitê de Distribuição (CODI), e é utilizada por várias concessionárias de energia elétrica, não só no Estado de São Paulo, como também no Sul e Nordeste do país.

O presente projeto gerou dez documentos entre Relatórios, Artigos, Notas Técnicas, e ainda contribuiu bastante na

revisão das normas sobre Cabos Cobertos.

### OS ESTUDOS SE CONCENTRAM NA INFLUÊNCIA DO NEGRO DE FUMO

O projeto sobre a *Influência do Negro de Fumo no Polietileno Reticulado (XLPE) Utilizado em Cabos*, iniciado em 1996, seguindo indicações dos projetos anteriores, concentra seus estudos sobre a influência do Negro de Fumo no comportamento elétrico dos cabos cobertos. Este aditivo, utilizado para dar proteção ao polímero contra a degradação ocasionada pela radiação ultravioleta, influencia prejudicialmente a vida útil do cabo, caso não seja adicionado e disperso adequadamente no material polimérico da cobertura do cabo.

Uma série de ensaios elétricos, físicos e químicos foram realizados a fim de avaliar como, quando e por que a influência ocorre ao longo da cobertura polimérica. O projeto, atualmente na sua etapa final, pretende indicar procedimentos construtivos que melhorem o desempenho de cabos cobertos.

De todos os três projetos sobre cabos cobertos, foram publicados, até o momento, seis artigos em conferências

internacionais, 17 artigos em conferências nacionais e 18 documentos técnicos do CED. Foram também organizados dois workshops sobre a Utilização de Materiais Poliméricos em Sistemas de Energia Elétrica (92 e 93) e um curso sobre "Propriedades Elétricas de Isolantes Poliméricos Aplicados a Cabos e Acessórios para Distribuição de Energia Elétrica", dentro da Conferência Internacional em Distribuição de Energia Elétrica (93).

### CONCLUSÃO

A sumária descrição apresentada sobre os projetos aplicados a materiais isolantes permite visualizar a importância dos trabalhos desenvolvidos, os quais podem ser resumidos como se segue:

a) Metodologia: desenvolvimento ou adaptação de métodos de ensaio com o cabo pronto (trilhamento elétrico e intemperismo sob tensão e temperatura), que representam melhor as condições de trabalho dos cabos e acessórios e permitem sua utilização no controle da qualidade de recebimento dos mesmos;

b) Envelhecimento: reprodução, em laboratório e de forma acelerada, dos defeitos observados em campo, de maneira a permitir seu estudo e definir

eventuais causas e formas de minimizá-las;

c) Informação:

► Elaboração de numerosos trabalhos técnicos de alto nível;

► Aporte substancial de informação aos profissionais das concessionárias, bem como o fornecimento de sugestões destinadas a facilitar a utilização desses materiais;

► Contribuição para uma melhor adequação das normas às necessidades das empresas.

Cabe ressaltar que os resultados obtidos nos diversos projetos de materiais indicam claramente a necessidade de se continuar os trabalhos de pesquisa, em conjunto com os fabricantes, visando a obtenção de materiais mais adequados às necessidades de aplicação.

Por fim, a contribuição dos fabricantes foi muito importante na elaboração desses trabalhos. A eles, e especialmente à Pirelli por sua constante colaboração, nossos agradecimentos.

Todas as Notas e Relatórios Técnicos citados neste artigo podem ser adquiridos na secretaria do CED, fone:(011) 818-4718.

## O Futuro do CED

DOMINGOS CARLOS ODDONE - AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA

### INTRODUÇÃO

O CED - Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica foi criado através de um convênio entre CESP/CPFL/ELETROPAULO/IEE, em 1990, com a proposta de promover o desenvolvimento tecnológico das áreas de distribuição e a capacitação das empresas de energia de São Paulo, através do desenvolvimento do seu corpo técnico. Tal meta se aliou ao interesse da Universidade em formar massa crítica sobre o assunto, reunindo seus especialistas, mestres e doutores, mantendo-os em atividades de pesquisa aplicada.

Com esses objetivos principais, o CED vem cumprindo seu papel e mesmo superando as expectativas, se considerados os resultados alcançados, pois o Centro é hoje uma entidade reconhecida internacionalmente pela qualidade dos trabalhos desenvolvidos.

### PANORAMA DO SETOR ELÉTRICO NACIONAL

A reestruturação do setor elétrico nacional, deverá promover reformas profundas no modelo regulatório, onde o Estado deixará de exercer o papel de empresário para atuar com mais força na regulação e fisca-

lização das atividades referentes à produção, transporte e distribuição de energia elétrica.

Será papel do Estado garantir que as empresas privadas invistam no desenvolvimento tecnológico, principalmente nos projetos de interesse da sociedade, tais como melhoria da qualidade da energia e redução dos seus custos de produção, transporte e distribuição, com reflexos diretos na tarifa final ao consumidor.

### FUTURO DO CED

Nesse novo cenário, que deverá estar totalmente implantado no início do ano 2000, o CED deverá estar preparado para competir com outras instituições nacionais e internacionais que promovem o desenvolvimento tecnológico na área energética.

A competição que irá surgir nos meios de pesquisa e desenvolvimento tecnológico não será apenas a da competência técnica, pois quanto a isso a alta qualidade do corpo de pesquisadores que atuam nos projetos do CED é indiscutivelmente comparável ao das melhores instituições do mundo. O CED também deverá ser uma instituição que ofereça baixos custos administrativos, grande flexibilidade e agilidade operacional.

Nesse mercado altamente competitivo, o CED deverá buscar novos parceiros, com ampliação do escopo de suas atividades, buscando projetos nas áreas de transmissão e geração de energia.

O Estado de São Paulo, preocupado com a continuidade das atividades de pesquisa na área energética, fez gestões políticas junto ao poder concedente visando incluir nos contratos de concessão das empresas que estão sendo privatizadas, cláusula que garanta a aplicação de recursos nessa área. Para tanto, cada empresa deverá apresentar anualmente seu plano de investimentos, que será analisado e aprovado pelo poder concedente através de órgão do governo federal.

Para participar com destaque deste plano e assim da execução dos projetos propostos nos programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico das empresas energéticas no Estado de São Paulo, competindo em condições de igualdade ou superioridade com outras instituições nacionais e internacionais, o CED deverá transformar-se ou ser incorporado por uma entidade com personalidade jurídica própria, com custos administrativos reduzidos e agilidade na elaboração de contratos.

# Curvas de Carga - Posse e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica

JOSÉ ANTÔNIO JARDINI - EPUSP-PEA, IEE, CED

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa foi iniciada em 1991 e se estendeu até 1997. Durante o decorrer do tempo, ela recebeu as siglas PLAN 001, PLAN 006, PLAN 010 e PLAN 011, e teve os seguintes enfoques:

- Análise dos estudos anteriores
- Medição das curvas diárias de carga de consumidores de baixa tensão e transformadores correspondentes - (residenciais, comerciais e industriais).
- Recomendação de curvas de carga típicas de consumidores
- Aplicação das curvas de carga típicas - agregação de consumidores
- estudo de diversidade de cargas
- seleção/gerenciamento de transformadores de distribuição
- Correlação entre kW instalado e kWh consumido
- Posse e hábitos de uso de equipamentos nos setores comerciais e industriais (baixa tensão).

## 2. ESTUDOS ANTERIORES

No início do projeto estavam disponíveis os estudos elaborados pela Jorge Wilheim Consultores (JW), PROCEL e DNAEE, considerados principais.

Os dois primeiros basearam-se na pesquisa de posse e uso de equipamentos para o setor residencial, com base em questionários respondidos pelos consumidores. A JW estendeu este estudo para o setor comercial (Cidade de São Paulo). Já o DNAEE realizou uma campanha de medidas com as concessionárias para estabelecer curvas típicas dos vários setores, de uma forma simplificada. Constatou-se então a necessidade de se fazer uma campanha sistemática de medição de curvas diárias de carga para representar os vários consumidores e esta consistiu no escopo principal de pesquisa.

## 3. MEDIÇÕES REALIZADAS E RECOMENDAÇÕES

Uma longa campanha de medição foi realizada procurando medir as curvas de carga de vários consumidores, cada um em períodos de 15 a 30 dias, utilizando registradores eletrônicos programáveis.

As curvas diárias, demandas de 15 min, foram normalizadas (pu) pelo valor de potência média mensal dos consumidores. Na tabela 3.1 resume-se as quantidades de medições efetuadas.

As curvas diárias (em pu) foram utilizadas para definir curvas típicas representativas das atividades, curvas estas caracterizadas pela curva diária média e curva diária dos desvios padrão.

Os consumidores residenciais foram

agrupados por estrato de consumo (kWh/mês): 0-100, 101 a 200, 201 a 400, 401 a 500, e acima de 501 e para estes estratos definidas as curvas da média e dos desvios, que os representam.

Para os consumidores comerciais e industriais (ligados em baixa tensão) foram definidas as curvas representativas por atividade e por empresa.

## 4. APLICAÇÕES

Uma vez caracterizadas as curvas dos consumidores, foram desenvolvidas algumas aplicações.

► Agregação de consumidores a juzante de um certo ponto. Tomando-se as curvas médias dos consumidores obtém-se a curva média de carga no ponto. Para obter a curva dos desvios tomam-se os quadrados dos desvios dos consumidores e extrai-se a raiz quadrada.

► Estudo de diversidade (coincidência) de cargas. No caso de consumidores residenciais o chuveiro é uma carga especial de alto valor de potência (~ 4kW) usado em curtos intervalos de tempo (5 min). Desta, forma ele contribuiu para altos valores de desvio padrão na curva de carga. Para dimensionamento de sistemas não se deve somar as cargas de todos os chuveiros, pois sendo usado por pouco tempo nem sempre coincide o uso deles todos. Com base neste conceito determinou-se uma curva de quantidade de chuveiros coincidente em função da quantidade de residências ligadas ao juzante de um ponto do sistema. Observa-se que esta coincidência tende a 10% quando o número de residências é grande. Analogamente, definiu-se, por método estatístico, o fator de coincidência de outras cargas. Estes fatores são então usados para dimensionamento elétrico de componentes do sistema de distribuição.

► Seleção/gerenciamento de transformadores de distribuição. A seleção e o gerenciamento dos transformadores de distribuição são hoje feitos com base na função kVAS (kVA estatístico), método que não considera as características

específicas da forma da curva de carga. Por isto desenvolve-se uma metodologia que, partindo das curvas diárias de carga (completa) dos transformadores (média e desvios), determina-se a perda de vida e com ela pode-se gerenciar o transformador. Avaliações estão sendo ultimadas para emprego deste processo pelas concessionárias.

## 5. AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

Para tratar deste aspecto, primeiramente procurou-se determinar a correlação entre o kW instalado, indicado no pedido de ligação, com o kWh/mês consumido. Para este estudo foram utilizadas informações existentes na Eletropaulo, quais sejam a carga indicada no pedido de ligação e os consumos após a ligação, referentes aos consumidores residenciais e os principais consumidores comerciais e industriais.

As correlações iniciais foram obtidas restando futuramente conferir os resultados com base em informações mais recentes, para posterior aplicação nas concessionárias.

Também para analisar o consumo de energia foi desenvolvida uma pesquisa de posse e uso de equipamentos elétricos, com base em questionários que são respondidos pelos consumidores. Visto que já existia trabalho anterior com relação ao segmento residencial, desta vez direcionou-se a pesquisa para 11 atividades comerciais/industriais. Essa pesquisa terá prosseguimento em 1998, ampliando o número de consumidores que responderão aos questionários.

## 6. CONCLUSÃO

Entende-se que a pesquisa permitiu disponibilizar às empresas de São Paulo informações importantes das suas cargas. Permitiu também desenvolver novas metodologias que sem dúvida aperfeiçoarão o processo de engenharia da concessionária de distribuição.

Tabela 3.1 - Quantidade de medições efetuada

Consumidores	Dias de Medição	Consumidores/Transformadores	Atividades
residenciais	4018	158	---
comerciais	3489	234	47
industriais	1885	88	22
transformadores residenciais	2136	42	---
comerciais	923	29	---
industriais	---	---	---

## Titulos dos Projetos do Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica - CED 1991 - 1997

PROJETO: DESEMPENHO DE REDES PRIMÁRIAS - MODELO REDUZIDO - REF.: STRA 001 CONCLUSÃO: 1994

PROJETO: RECONFIGURADOR DE REDES - REF.: SUPC 001 CONCLUSÃO: 1995

PROJETO: AUTOMAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: SUPC 002 CONCLUSÃO: 1994

PROJETO: ANÁLISE DE TAXAS DE FALHAS EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: EQPT 001 CONCLUSÃO: 1992

PROJETO: CURVA DE CARGA DE CONSUMIDORES COMERCIAIS E INDUSTRIAIS DE PEQUENO PORTE E CONSUMIDORES RESIDENCIAIS - REF.: PLAN 001 - CONCLUSÃO: 1995

PROJETO: COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA - REF.: ELET 001 - CONCLUSÃO: 1994

PROJETO: SENSOR DE CORRENTE MICROONDAS - REF.: EQPT 003 CONCLUSÃO: 1993

PROJETO: PLANEJAMENTO AGREGADO DE INVESTIMENTOS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: PLAN 002 - CONCLUSÃO: 1995

PROJETO: APLICAÇÃO DE CABOS PROTEGIDOS E PRÉ-REUNIDOS NAS REDES AÉREAS PRIMÁRIAS - REF.: MATR 001 - CONCLUSÃO: 1994

PROJETO: ROMPIMENTO DE CONDUTORES E ANÁLISE DE DEFEITOS DE ALTA IMPEDÂNCIA EM REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: PROT 001 - CONCLUSÃO: 1993

PROJETO: ANÁLISE DO DESEMPENHO DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: EQPT 002 - CONCLUSÃO: 1994

PROJETO: ESTUDO DE ACESSÓRIOS PARA CABOS PROTEGIDOS - REF.: MATR 002 CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: SISTEMAS ESPECIALISTAS PARA A ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - REF.: PLAN 003 CONCLUSÃO: 1995

PROJETO: DESENVOLVIMENTO DE UM DETETOR DE FALTAS DE ALTA IMPEDÂNCIA PROVOCADAS POR ROMPIMENTO DE CONDUTOR - REF.: EQPT 004 - CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: DETECÇÃO DE PARARAIOS DEFEITUOSOS EM LINHAS ENERGIZADAS - REF.: MAOP 001 CONCLUSÃO: 1994

PROJETO: SISTEMA DE ATERRAMENTO EM DISTRIBUIÇÃO - METODOLOGIAS, DIRETRIZES E PROCEDIMENTO - REF.: PROT 002 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: BANCO DE DADOS DISTRIBUIDO - REF.: SUPC 004 CONCLUSÃO: 1995

PROJETO: QUALIDADE DE ENERGIA - HARMÔNICOS E RADIO-INTERFERÊNCIA - REF.: ELET 002 CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: DESENVOLVIMENTO, CAPACITAÇÃO E INSTRUMENTALIZAÇÃO DE BASES DE INFORMAÇÃO. BANCO DE DADOS SOBRE ENERGIA E INDICADORES CORRELADOS (ENERDATA) - REF.: SUPC 003 CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: VIGILÂNCIA TECNOLÓGICA - REF.: MATR 003 CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: SURTOS EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: STRA 002 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO EM LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: PROT 003 - CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: BANCO DE DADOS DISTRIBUIDO E APLICAÇÕES - REF.: SUPC A06 - CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: APLICAÇÃO DO PLANEJAMENTO AGREGADO DE INVESTIMENTOS - REF.: PLAN 004 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: MODELO DE REPRESENTAÇÃO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIAS PARA PLANEJAMENTO AGREGADO DE INVESTIMENTOS - REF.: PLAN 005 - CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: DETERMINAÇÃO DA DISPERSÃO DO NEGRO DE FUMO EM CABOS DE POLIETILENO (PE) E POLIETILENO RETICULADO (XLPE) - REF.: MATR 004 - CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: ESTUDO DA CARGA - REF.: PLAN 006 - CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: MEDIDORES DE ENERGIA - LEITURA AUTOMÁTICA DE MEDIDORES - REF.: SUPC A05 CONCLUSÃO: 1995

PROJETO: EQUIPAMENTO PORTÁTIL PARA DETECÇÃO DE DEFEITO EM TRANSFORMADORES DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: EQPT 005 CONCLUSÃO: 1996

PROJETO: SISPAI - SISTEMA DE PLANEJAMENTO AGREGADO DE INVESTIMENTOS - APOIO À UTILIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS (CODI) - REF.: PLAN - 008 - CONCLUSÃO: Sem previsão de início

PROJETO: PLANEJAMENTO DA CONTINGÊNCIA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO - REF.: PLAN 009 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: IMPLANTAÇÃO E TREINAMENTO DE CURVAS DE CARGA E DETERMINAÇÃO DA CORRELAÇÃO kWh/kWh - REF.: PLAN 010 - CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: ESTUDO DA PROTEÇÃO DE SOBRECORRENTE DE REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA POR CRITÉRIOS PROBABILÍSTICOS - ESTABELECIMENTO DA PROBABILIDADE DE EXISTÊNCIA DE COORDENAÇÃO ENTRE DOIS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO - REF.: PROT 004 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: TARIFAS ELÉTRICAS SENSÍVEIS À QUALIDADE - REF.: QUEN 002 - CONCLUSÃO: 1997

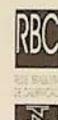
PROJETO: IMPACTO ECONÔMICO DA PERDA DE QUALIDADE NO SUPRIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESTADO DE SÃO PAULO - REF.: QUEN 003 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: POSSE DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E HÁBITOS DE CONSUMO - REF.: PLAN 011 CONCLUSÃO: 1997

PROJETO: MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS DA C. U. A. S. O (Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira) - REF.: MAOP 002 - CONCLUSÃO: 1998

PROJETO: SISTEMA DE DETECÇÃO DE FALTAS DE ALTA IMPEDÂNCIA: TRANSFERÊNCIA DA TECNOLOGIA DESENVOLVIDA - REF.: EQPT 006 CONCLUSÃO: 1997

Para mais detalhes de cada um dos projetos citados, ligue para (011) 818.4720, com Alexandre Piantini



## CREDENCIADOS

### Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC N° 014)

► Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão

► Determinação da resistência de resistores-padrão

► Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência,

calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc.

► Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL - 011/86)

► Certificação de Conformidade

de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão.

Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL-039/91)

► Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).

► Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).

► Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).

► Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos** (Certificado de Credenciamento

na RBLE N° CRL 062)

► Ensaios em eletrocardiografos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).

► Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).

► Ensaios em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724:1:89).

► Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. N° 95LS61PR00X).

► Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. N° 95LS64PR00X).

► Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. N° 95LS65PR00X).

► Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. N° 95LS66PR00X).

# IEE em IEE REVISTA

Orgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano IV - nº 2 - 1998

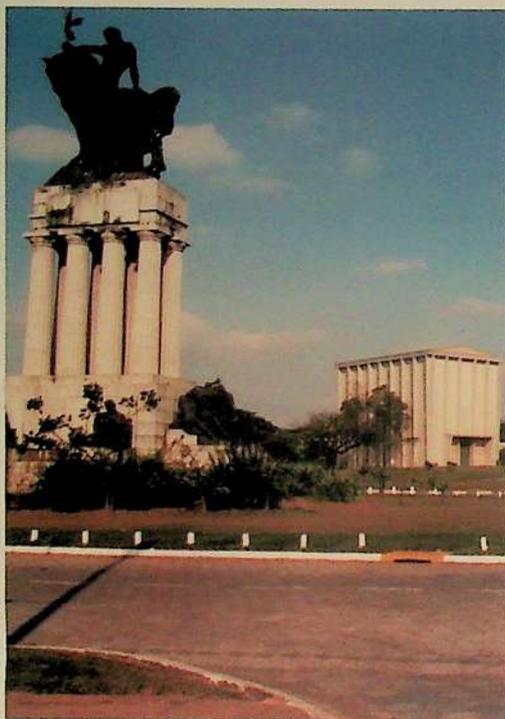
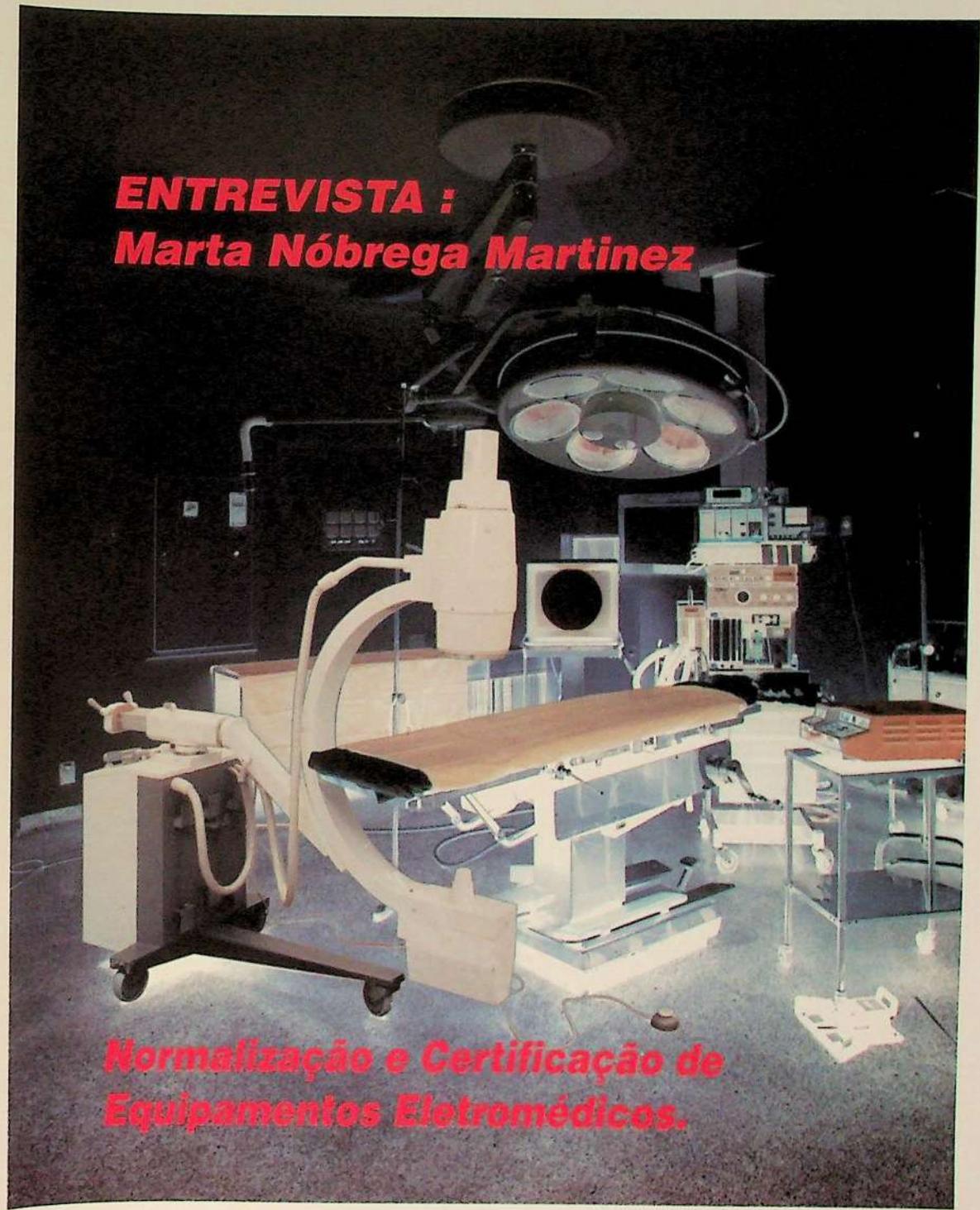


Foto: George Unterman

Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>

## ENTREVISTA : Marta Nóbrega Martinez



**Normalização e Certificação de Equipamentos Eletromédicos.**



**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Engº Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
2. **Máquinas Elétricas**  
Engº Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
3. **Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
4. **Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
5. **Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
6. **Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
2. **Radiodiagnóstico**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/4816
3. **Manutenção Radiológica**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software**  
de Redes - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência**  
Engº Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
6. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição**  
Engº Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos**  
Engº Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração**  
Engº Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera/Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983

3

EDITORIAL

**A NORMALIZAÇÃO E A CERTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS**

4

ENTREVISTA

**CERTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA: QUALIDADE E SEGURANÇA**

6

ARTIGOS

**CONTROL DE CALIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EN EL CONTEXTO MUNDIAL**

9

**O SISTEMA BRASILEIRO DE CERTIFICAÇÃO - SBC**

12

**A CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS ELETROMÉDICOS**

13

**ENSAIOS PARA CERTIFICAÇÃO**

14

**O CENÁRIO BRASILEIRO NA GARANTIA DA QUALIDADE EM RADIOLOGIA**



Capa: Algeo B. Cairoli

**Sala do Hospital Universitário da USP, com destaque para equipamentos de raios-X**

**EDITORIAL**



Paulo Roberto Costa  
Jean Albert Bodinaud

**A normalização e a certificação de equipamentos eletromédicos**

Nosso país vive hoje um momento importante, em que processos de normalização e certificação na área de equipamentos e serviços atingem globalmente a área da saúde. A qualidade dos produtos oferecidos nesta área é fortemente influenciada pela tecnologia, e o leque de soluções possíveis para garantir que esta qualidade seja a melhor possível é enorme.

No caso da área de departamentos de diagnóstico por imagens, as soluções a serem adotadas devem contemplar uma vasta gama de situações, desde os serviços de radiologia existentes nas unidades públicas de saúde até clínicas radiológicas com características empresariais. Ao mesmo tempo, os equipamentos eletromédicos fabricados no país ou importados devem atender aos padrões de segurança aceitos internacionalmente, para que possam ser comercializados no país. Neste contexto, diversas abordagens de certificação são possíveis, incluindo a dos equipamentos, a dos serviços que utilizam os equipamentos, a dos profissionais que realizam os serviços ou, por fim, qualquer combinação dessas. A implementação destas soluções pode ser realizada de formas distintas, seja compulsoriamente, através da obrigatoriedade por lei de que equipamentos, serviços ou profissionais sejam submetidos a processos de certificação, seja de forma voluntária, sugerindo processos de certificação que possam ser operacionalizados através de regras claras e consensuais. Ambos os métodos, para

serem eficientes, devem ter credibilidade e, principalmente no caso voluntário, devem conquistar a confiança da comunidade, convencendo-a de sua necessidade. No caso específico de equipamentos de radiologia, este convencimento deve passar pelo fornecedor ou fabricante, que encontra nas entrelinhas do processo de certificação, evidências objetivas referentes à qualidade de seus produtos, pelos pacientes que encontram a confiança de que a radiação recebida é a mínima necessária para garantir um diagnóstico adequado e, por fim, pelos usuários (médicos ou operadores) que terão garantias de estarem trabalhando nas melhores condições de segurança possíveis.

Vistas por este prisma, a Normalização e a Certificação de Equipamentos e Serviços de Saúde é um tema a ser discutido não somente pelos profissionais diretamente envolvidos, mas pela sociedade como um todo. Credibilidade e convicção foram palavras-chave que guiaram as intensas discussões geradas durante as sessões do II Workshop em Normalização e Certificação de Equipamentos Eletromédicos, do qual trata a presente edição do **IEE em Revista**. Aqui estão apresentados textos que refletem alguns dos tópicos debatidos neste evento e que, esperamos, ajudem a expandir mais ainda a discussão, não somente junto àqueles que estiveram presentes no anfiteatro da Congregação da Escola Politécnica da USP, mas com toda a sociedade científica e empresarial do país.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - **Reitor da USP:** Jacques Marcovitch - **Diretoria do IEE/USP:** Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnel Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - **Comissão de Divulgação:** Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - **Consultor e Coordenador Editorial:** Walfredo Schmidt - **Jornalista Responsável:** Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação:** Liber Comunicação (Tel.: 495-7180 / 9996-3155)

## Certificação Compulsória: Qualidade e Segurança

**A Certificação de Conformidade de um produto ou de um serviço adquire particular importância quando se aplica a equipamentos eletromédicos, onde a qualidade é também fator de segurança para pacientes e operadores do equipamento. A Dra. Marta Nóbrega Martinez, Secretária de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, em entrevista à IEE em Revista, apresenta seus comentários.**

**IEE em Revista** - Como a senhora avalia o processo de obrigatoriedade de implantação de Programas de Garantia da Qualidade em departamentos de radiologia médica e odontológica, proposto nas "Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnósticos Médico e Odontológico"? Quais os benefícios que este tipo de programa pode trazer a população?

**Drª Marta** - Alguns procedimentos de atenção à saúde, embora essenciais para o diagnóstico ou terapia de doenças, podem representar risco intrínseco à saúde tanto dos que os executam como dos pacientes.

O compromisso do prestador de serviços de saúde perante o usuário, com a qualidade e segurança de seus procedimentos, está previsto no Código de Defesa do Consumidor. A legislação sanitária amplia este compromisso com a segurança, estendendo-o a agentes, pacientes e circunstâncias, principalmente com os procedimentos que envolvam a utilização de equipamentos e instrumentos radiológicos.

Essa relevância e essa prioridade justificam-se pelos riscos inerentes ao uso desses equipamentos, uma vez que as exposições radiológicas para fins de saúde, constituem a principal exposição a fontes artificiais de radiação ionizante, ao mesmo tempo em que se constata uma expansão de uso desses equipamentos nos serviços médicos e odontológicos no País.

Assim, a exigência prevista no regulamento técnico de radiodiagnóstico, para que os serviços de maior porte e mais complexos implantem um Programa de Garantia da Qualidade, irá contribuir para que o prestador de serviços demonstre à sociedade o seu compromisso com a qualidade e segurança, previstos nos códigos de ética profissional e na legislação sanitária, em consonância com as normas e recomendações internacionais que dispõem sobre a matéria.

**IEE em Revista** - Estas Diretrizes passaram por um processo de consulta pública (Portaria 189 de 13.5.97), onde diversas entidades de todo o país manifestaram suas opiniões sobre esta Norma e fizeram sugestões que viabilizam sua implementação. Como estas sugestões vem sendo tratadas pela Secretaria de Vigilância Sanitária?

**Drª Marta** - O procedimento adotado pela Secretaria de Vigilância Sanitária - SVC, em conformidade com a Resolução nº 05/95 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - CONMETRO, do qual o Exmo. Sr. Ministro de Estado da Saúde é membro, possibilita uma

ampla participação da sociedade na elaboração deste regulamento técnico com a divulgação de seu conteúdo para Consulta Pública, como ocorreu com a Portaria SVS 189 de 13. 5. 97.

Atualmente, as sugestões objeto desta Consulta Pública estão sendo consolidados pelo Grupo de Trabalho instituído, e debatidas com representantes dos Centros de Vigilância Sanitária dos Estados e Municípios, os quais deverão implantar esta regulamentação, realizando a inspeção dos serviços de radiodiagnóstico, de acordo com as disposições desta regulamentação.

**IEE em Revista** - Este tipo de Programa envolve a introdução de um novo tipo de serviço especializado no mercado de trabalho. Como a senhora vê as questões sobre formação técnica e credenciamento de profissionais para implementação destas atividades?



Dra. Marta Nóbrega Martinez

**Drª Marta** - Toda regulamentação disciplinando a qualidade de serviço ou produto para saúde implica na inclusão de exigências técnicas, em benefício dos usuários e operadores destes serviços ou produtos. Especificamente quanto a regulamentação dos serviços de radiodiagnóstico, a proposta da Consulta Pública mencionada adotou exigências compatíveis com normas e recomendações internacionais referentes a proteção radiológica no que se refere a procedimentos, infra-estrutura e recursos humanos.

Quanto a recursos humanos, essenciais para a garantia da qualidade destes serviços, estas normas e recomendações indicam a necessidade de profissionais capacitados em diversas atividades executadas pelos serviços de radiodiagnóstico.

A implementação das exigências previstas na regulamentação destes serviços certamente exigirá a capacitação destes profissionais, o que levou a incluir nas disposições transitórias da Consulta Pública prazos para que todos envolvidos nesta implementação realizem esta capacitação. As sugestões e recomendações recebidas servirão de base para a posição final da Secretaria de Vigilância Sanitária - SVS quanto a fixação desses prazos.

**IEE em Revista** - Outra atividade que vem movimentando intensamente a área médica é a exigência de Certificados de Conformidade às normas de segurança para os equipamentos eletromédicos comercializados no Brasil. Em sua opinião, qual o impacto que a Certificação Compulsória trará para a sociedade?

**Drª Marta** - Na realidade, o que trará impacto para a sociedade não será a Certificação de Conformidade às normas de segurança de equipamentos

eletromédicos e sim a adoção destas normas pelos fornecedores destes produtos.

Estas normas, adotadas em regulamento técnico compulsório pelo Ministério da Saúde, estabelecem requisitos de qualidade para estes produtos, visando proteger seus usuários, sejam pacientes ou operadores, de riscos que possam comprometer sua saúde. A Certificação de Conformidade é utilizada pela autoridade sanitária como instrumento de controle, para verificação e comprovação do cumprimento pelos fornecedores dos requisitos de qualidade estabelecidos nestas normas.

**IEE em Revista** - A Portaria MS 2663, de 25.12.95, implementa a Certificação Compulsória de equipamentos novos. Como ficam os produtos já instalados na rede hospitalar?

**Drª Marta** - O controle da vigilância sanitária sobre produtos para saúde é realizado em dois momentos. O primeiro corresponde a "antes da colocação do produto no mercado", através de seu registro e do cumprimento das Boas Práticas de Fabricação pelo produtor, que comprovem a segurança e a eficácia de seu produto, nos termos da legislação vigente. O segundo momento é o "acompanhamento pela vigilância sanitária dos seus requisitos de qualidade" autorizados para uso na fase de comercialização.

Neste segundo momento, pode acontecer que o uso de um produto evidencie deficiências de qualidade ou segurança não identificadas ou previstas no primeiro momento. Neste caso as vigilâncias sanitárias estaduais e municipais estão investidas, por força da Lei (Lei nº 6.437/77), a executar as ações necessárias para proteger a saúde dos usuários destes produtos.

Entretanto, mais importante que

uma opção legal é que os fabricantes destes produtos estejam conscientes das suas responsabilidades de garantir qualidade e segurança de seus artigos e equipamentos eletromédicos, considerando os requisitos previstos nas normas técnicas atuais.

**IEE em Revista** - De que maneira serão tratados os equipamentos importados que possuem certificação nos seus países de origem?

**Drª Marta** - O processo de certificação de equipamentos eletromédicos importados ou fabricados no País está estabelecido nas "Regras Específicas para a Certificação Compulsória de Equipamentos Eletromédicos", elaboradas por Sub-comissão específica instituída no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - SINMETRO.

Especificamente para equipamentos importados, estas regras prevêm que estes deverão necessariamente ser certificados por Organismos de Certificação Credenciados (OCCs) no País. Entretanto, caso exista um "MOU - Memorandum Of Understanding (Memorando de Entendimento)" entre a OCC do país e a OCC do exterior que certificou o equipamento, o processo de certificação passa a ser bastante simplificado, podendo ser suprimidos ensaios laboratoriais do equipamento no País. Neste momento estamos buscando ampliar as discussões e entendimentos na fixação de procedimentos simplificados que garantam o controle sanitário de correlatos, quando a Rede Brasileira de Laboratórios não dispõe de infra-estrutura para ensaiar e testar alguma linha de equipamentos e materiais, quanto a sua segurança e desempenho de uso, autorizado pela Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde.

# Control de Calidad en América Latina y en el Contexto Mundial

CARI BORRÁS

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD/ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

La Organización Internacional de Normalización (ISO) definió hace unos 20 años a la garantía de calidad como todas aquellas actividades planificadas y sistemáticas necesarias para inspirar confianza suficiente en que una estructura, sistema o componente va a funcionar a satisfacción cuando esté en servicio. En radiología diagnóstica, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) / Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para las Américas estableció que la garantía de calidad (QA) es un instrumento de gestión que, mediante el desarrollo de políticas y el establecimiento de procedimientos de revisión, trata



Cari Borrás

de asegurar que cada examen o tratamiento en un departamento de radiología sea el necesario y apropiado al problema médico, y se realice: De acuerdo a protocolos clínicos aceptados con anterioridad; con personal adecuadamente adiestrado; con equipo debidamente seleccionado y funcionando; con la satisfacción de los pacientes y los médicos referentes; en condiciones seguras, y con costo mínimo.(1) Por lo tanto, un programa de QA debe incluir revisiones periódicas de los patrones de referencia, los protocolos clínicos, las oportunidades de educación continua del personal, las

inspecciones de la instalación, las evaluaciones del equipo y los procedimientos administrativos relacionados con la compra de suministros y la facturación. Su meta máxima es la mejor asistencia al paciente. Los procedimientos de QA y la frecuencia de las revisiones pueden ser dictados por una autoridad nacional o ser recomendados por una organización profesional. En la Región de las Américas, sólo se han instituido programas de QA obligatorios de mamografía, en la Argentina y en los Estados

Unidos. En todos los otros países de la región, organismos privados y gubernamentales realizan pruebas específicas requeridas para asegurar el funcionamiento eficaz y seguro del equipo radiológico. Estas pruebas se denominan generalmente de control de calidad (QC). Independientemente de que los procedimientos de QA y QC sean obligatorios o sean recomendaciones de un organismo profesional, la responsabilidad de su ejecución en cualquier departamento de radiología recae en la gerencia de la instalación. Según la complejidad del departamento, la tarea puede

asignarse a una o varias personas, pero al menos un individuo debe asumir la responsabilidad y rendir cuentas de su éxito o fracaso. En cualquier caso, debe contarse con el asesoramiento de un experto calificado en física de radiodiagnóstico (2), idealmente un físico médico especializado en imaginología. Los programas de QC deben iniciarse durante las pruebas de aceptación. La diferencia principal entre las pruebas de aceptación y las pruebas de QC es que las primeras se hacen para comprobar las especificaciones del fabricante, utilizando la metodología y el instrumental indicado por el fabricante; mientras que, las pruebas de QC deben controlar el funcionamiento del equipo en condiciones clínicas corrientes y deben estar coordinadas con los programas de mantenimiento.

Los programas de QC requieren no sólo individuos adiestrados para comprobar los parámetros técnicos sino, también, instrumentos de prueba. El equipo requerido puede clasificarse en cuatro categorías: Instrumental para verificar el funcionamiento electromecánico de la unidad; dispositivos para comprobar la exactitud de los selectores de control de radiación, por ejemplo, un medidor de kilovoltaje para medir el potencial del tubo de rayos X; cámaras de ionización y electrodos para medir la dosis absorbida, y maniqués de resolución espacial para medir la calidad de la imagen. Actualmente, algunos instrumentos pueden estar relacionados con programas de computación ejecutables en la misma máquina de diagnóstico o de tratamiento o independientemente en un ordenador portátil.

Los protocolos de QC deben abordar las instalaciones, el equipo y los procedimientos. La primera área en la cual debe instituirse un programa de QC es el cuarto de revelado. Para las procesadoras de película,

tanto si son manuales como automáticas, se requiere mantener un registro diario de las temperaturas del líquido revelador y del agua, la tasa de reaprovisionamiento, el flujo de agua y los procedimientos de limpieza y mantenimiento. Las pantallas requieren una inspección y limpieza regulares y una comprobación periódica del contacto película/pantalla.

Un método muy eficaz para evaluar la calidad de las imágenes producidas es la ejecución de un programa de análisis de rechazo de películas, en el cual se expliquen periódicamente las razones por las cuales se desecharon las películas. Se han publicado reducciones significativas en las tasas de repetición, con los ahorros económicos asociados (3). Un análisis más complejo de películas incluye la medición periódica de densidades ópticas en radiografías típicas con un densitómetro.

Con respecto al equipo de imaginología, antes de comprobar los parámetros de funcionamiento y medir las características de la radiación, deben verificarse la integridad y estabilidad mecánicas y la integridad y seguridad eléctricas de las unidades, de conformidad con las especificaciones del fabricante y los códigos de seguridad nacionales o locales. Las pruebas iniciales deben comprobar la exactitud de los indicadores (escalas, medidores, visualizaciones digitales) y el funcionamiento adecuado de los dispositivos, si los hay, para detectar colisiones. Las pruebas mecánicas y ópticas deben comprobar los movimientos de la cimbra, incluyendo los de todas las partes móviles, como son el colimador y el sistema de soporte de pacientes. El siguiente paso es comprobar la alineación y la limitación del haz de radiación al receptor de imagen, verificando la congruencia con los indicadores luminosos, si los hubiera. La medición de las características de radiación incluye la comprobación de los controles del generador y la determinación de la calidad del haz. Las determinaciones de dosis absorbida requieren que la dosis se mida con dosímetros calibrados en aire. La Asociación Americana de Físicos en Medicina (AAPM) ha propuesto métodos estandarizados (4).

El control de calidad debe incluir también la comprobación de todos los equipos periféricos, incluyendo los programas de computación especialmente en el caso de los dispositivos controlados por ordenador. El parámetro más importante a medir en imaginología es la calidad de la imagen. La cadena entera de formación de imágenes necesita ser evaluada, desde el tubo de rayos X hasta el dispositivo que genera la imagen en placa o electrónicamente. La calidad de imagen es un concepto subjetivo que los físicos en imaginología han cuantificado en

pueden ser evaluados cualitativamente mediante el uso de maniqués apropiados que o bien imitan el tejido a ser visualizado, como ciertos maniqués para mamografía, o contienen patrones periódicos de diferentes contrastes o frecuencias espaciales, como son los patrones de barras de plomo de 1 a 10 líneas/mm, empleados para determinar la resolución de los sistemas pantalla/película, o los patrones de vasos sanguíneos en un maniqué acrílico relleno de epoxy yodada de diferentes concentraciones para evaluar sistemas de angiografía de



Tânia Furquim, Paulo Costa e Cari Borrás

función de la resolución espacial, que mide la capacidad de un sistema para discriminar patrones de alto contraste; el ruido, que es afectado por la granulosidad del receptor, las fluctuaciones cuánticas de la radiación y del muestreo estadístico —si la imagen se crea digitalmente— y el contraste, que refleja la diferente respuesta de los objetos al proceso de formación de imágenes. Estos parámetros pueden determinarse cuantitativamente mediante la medición de las funciones de transferencia de modulación (MTF), los espectros Wiener y los diagramas de contraste-detalle. Las mediciones requieren maniqués y programas de computación especiales. La resolución espacial, el ruido y el contraste

sustracción digital (DSA). Un observador adiestrado puede reproducir su evaluación de un sistema de formación de imágenes analizando la imagen de un maniqué específico e identificando los patrones u objetos vistos claramente ("resueltos"). Para asegurar mayor objetividad, puede requerirse que varios observadores evalúen la imagen resultante. Los resultados se grafican como curvas denominadas características-receptor-operador (ROC). Dado que la calidad de la imagen es afectada por el dispositivo de formación de imágenes y por el receptor de imagen, ambos tienen que evaluarse (5-11). En radiografía, los parámetros del tubo de rayos X que hay que evaluar son: calidad del haz

(potencial del tubo y filtración), tamaño del punto focal, distancia del receptor de imagen a la fuente y corriente del tubo y tiempo. La reproducibilidad de los factores seleccionados para cada proyección radiográfica debe verificarse periódicamente para reducir al mínimo las repeticiones de exámenes debidas a inconsistencias del tubo o del generador de rayos X. Esto es particularmente importante cuando el sistema emplea controles de exposición automática. Las pruebas a realizar en los receptores de imagen empleados en radiografía incluyen la determinación de las características de la película/pantalla: velo, contraste, latitud y sensibilidad (o velocidad). La variación de estos factores en función de la exposición a la radiación, denominada curva de Hunter y Driffith (H&D), debe graficarse para cada tipo de combinación de película/pantalla durante los procedimientos de pruebas de aceptación. Diariamente, puede ser sólo necesario medir la densidad óptica de la película para un nivel de exposición.

En los sistemas fluoroscópicos, deben evaluarse periódicamente las características de la cadena de formación de imágenes —fósforo de entrada, intensificador de imagen, espejo, cámara de televisión, fósforo de salida y monitor de televisión— así como los convertidores analógico-digitaes y otros dispositivos de registro electrónico, si existieran. Otros parámetros de formación de imágenes a evaluar en sistemas fluoroscópicos son la distorsión de la imagen, la persistencia de la imagen, el brillo excesivo y los factores de conversión relativa de los intensificadores de imagen. El circuito de control de exposiciones automáticas necesita ser revisado periódicamente para verificar el rango y la saturación. Los equipos de radiología intervencionista requieren evaluaciones cuidadosas, dadas las altas tasas de dosis y los tiempos de intervención largos (7, 12). Los sistemas de DSA necesitan una evaluación periódica de la resolución y la linealidad del contraste, el viñetado y la fidelidad de procesamiento logarítmico. Los sistemas digitales, como la tomografía computarizada, requieren validaciones cuidadosas de la uni-

formidad del campo y el ruido (9). La Comisión de Comunidades Europeas ha establecido criterios de calidad, que además de evaluar la imagen física (por procedimientos semejante a los listados anteriormente), valoran aspectos anatómicos en imágenes clínicas. Los criterios de imagen incluyen: visualización, reproducción y reproducción visualmente nítida. Se han desarrollado protocolos para radiografía convencional, pediátrica, mamografía, y se está evaluando uno para tomografía computarizada (13-15).

El objetivo de todo programa de QC en imaginología es asegurar el acierto del diagnóstico o de la intervención. Cuando el método de formación de imágenes emplea la radiación ionizante, debe emplearse la dosis de radiación mínima necesaria para lograr ese objetivo. Para optimizar la protección del paciente (16), es conveniente determinar valores de referencia diagnóstica (17) o niveles orientativos (2), concebidos como una indicación razonable de las dosis recibidas por pacientes típicos. Desde 1980 la "Conference of Radiation Control Program Directors" en cooperación con el "Center for Devices and Radiological Health" de la "Food and Drug Administration" estadounidenses ha venido publicando guías de exposición para proyecciones radiológicas comunes. En 1992, se publicó la última "Average Patient Exposure/Dose Guides" para ocho estudios radiográficos, tomografía computarizada y fluoroscopia (18). Debido a más de 30 años de experiencia en control de calidad en radiología en Estados Unidos, los valores de esta publicación se consideraron demasiado bajos para países en vías de desarrollo, que apenas están iniciando tales programas. Las organizaciones internacionales —entre ellas la OPS— patrocinadoras de las "Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación" (NBIS) (2), prefirieron tomar, al menos para radiografía, los valores derivados por el "Institute of Physical Sciences in Medicine", el "National Radiological

Protection Board" y el "College of Radiographers" del Reino Unido (19), con algunas modificaciones. Estos valores se expresaron como dosis de entrada en la superficie, excepto en mamografía, donde se utilizó la dosis glandular promedio; en tomografía computarizada, donde se utilizó la dosis promedio para cortes múltiples (MSAD), y en fluoroscopia, donde se usó la tasa de dosis de entrada en la superficie (2). Las NBIS recomiendan que los valores orientativos se deriven de los datos resultantes de investigaciones sobre calidad realizadas en gran escala en cada país o región, y que sólo cuando tales datos no existen, se tomen los publicados. Mediciones de la OPS en Argentina, Cuba y Panamá, entre otros países, han resultado en valores muy cercanos a los de las NBIS.

El programa de QC debe asegurar que se adopten las medidas correctoras necesarias si las dosis están considerablemente por debajo de los niveles orientativos y las exposiciones no proporcionan información diagnóstica útil, ni reportan a los pacientes el beneficio médico esperado; o si las exceden innecesariamente. Los valores orientativos deben establecerse y revisarse periódicamente por órganos profesionales competentes en consulta con la autoridad reguladora y deben reflejar el estado de los equipos radiológicos, las técnicas y tipo de receptores de imagen utilizados, y sobre todo el nivel de entrenamiento y experiencia de los radiólogos o médicos generales que interpretan las imágenes radiológicas.

En la Región de las Américas la OPS está apoyando técnica y financieramente programas de control de calidad en radiología diagnóstica en Anguila, Antigua y Barbuda, Argentina, Barbados, Bolivia, las Islas Vírgenes Británicas, Cuba, Dominica, Granada, Haití, Honduras, México, San Kitts y Nevis, Santa Lucía, y San Vicente y las Granadinas. En colaboración con el Colegio Interamericano de Radiología y el Instituto de Radioprotección y Dosimetría de Brasil, va a iniciar un programa de control de calidad de mamografía a nivel regional.

## O Sistema Brasileiro de Certificação - SBC

ALOÍSIO COSTA DA SILVA JUNIOR - INMETRO

O consumidor brasileiro tem a disposição há algum tempo legislação que visa a garantir que produtos e sistemas atendam às normas técnicas em vigor. É a Certificação de Conformidade, documento emitido pelos Organismos de Certificação Credenciados (OCCs), autorizado pelo INMETRO. O conjunto de atividades que levam a essa certificação é representado pelo Sistema Brasileiro de Certificação - SBC.

### Introdução

A Certificação de Conformidade consiste, genericamente, em atestar que um produto, serviço, sistema ou pessoa cumpre os requisitos de uma norma, especificação ou regulamento técnico. A certificação pode ser compulsória ou voluntária. A certificação é de natureza compulsória quando exigida pelo Governo e requer uma ação permanente de fiscalização. A certificação voluntária é de decisão exclusiva da empresa que fabrica produtos ou fornece serviços, podendo, neste caso, coexistir concomitantemente no mercado produtos certificados e não certificados.

A certificação de conformidade tem importante função no comércio exterior e, em particular, na formação de blocos econômicos. Além da certificação voluntária, é cada vez mais usual o caráter compulsório da certificação para a comercialização de produtos em aspectos que envolvem segurança, saúde e meio ambiente.

A formação de blocos econômicos, que têm como objetivo a livre circulação de bens e serviços em determinada região, requer que os países integrantes tenham normas e sistemas de certificação compatíveis e mutuamente reconhecidos. Da mesma forma, as negociações entre blocos econômicos requerem um amplo reconhecimento dos sistemas de certificação, de forma a inibir as barreiras não-tarifárias.

No âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação (SBC), compete aos Organismos de Certificação Credenciados pelo INMETRO (OCCs) executar as atividades de certificação, emitindo os certificados de conformidade ou concedendo licença para uso do símbolo do SBC. Nesse contexto, os OCCs executam as atividades de ensaio, inspeção e auditoria.

### O Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - SINMETRO

O SINMETRO, criado pela Lei n.º 5.966 de 11.12.73, tem como um de seus objetivos dotar o país de uma infraestrutura de serviços tecnológicos para garantir a qualidade e a produtividade. Envolve, além das atividades de metrologia legal e científica, a geração de normas e regulamentos técnicos, redes de laboratórios de calibração e de ensaios e uma atividade de certificação de con-

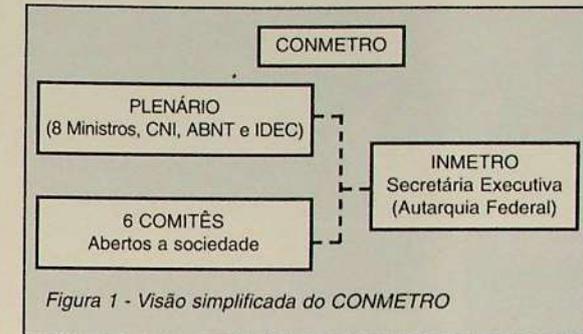


Figura 1 - Visão simplificada do CONMETRO

formidade que contempla serviços, produtos, sistemas de gestão da qualidade e meio ambiente, processos, entidades de treinamento e pessoal. Na mesma lei que instituiu o SINMETRO também foram criados o CONMETRO (órgão normativo) e o INMETRO (órgão executivo).

O CONMETRO (Figura 1) é constituído por um Plenário que conta em sua composição com os Ministros do Estado da Indústria, Comércio e Turismo (que o preside); Ciência e Tecnologia; Trabalho; Relações Exteriores; Saúde; Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; Justiça; e Agricultura e do Abastecimento, além da Confederação Nacional da Indústria, Associação Brasileira de Normas Técnicas e do Instituto de Defesa do Consumidor.

Na área de certificação, o SINMETRO atua nas atividades da fiscalização, execução da certificação, ensaios e especialistas técnicos em assuntos relacionados com a certificação.

### Sistema Brasileiro de Certificação - SBC

Para tratar da certificação de conformidade, o CONMETRO constituiu, através da sua Resolução 08/92 (revisada pelo CBC em 31.3.97 e em processo de aprovação pelo CONMETRO), o Sistema Brasileiro de Certificação - SBC. Trata-se de um sistema reconhecido pelo Estado Brasileiro e que possui suas próprias regras e procedimentos de gestão que envolvem as atividades de credenciamento efetuadas pelo INMETRO e de certificação conduzidas pelo Organismos de Certificação Credenciados pelo INMETRO - OCCs.

No âmbito do SBC, proporciona os serviços apresentados na Figura 2. A Política Brasileira para a Certificação de Conformidade é de competência do Plenário do CONMETRO. A sua elaboração e avaliação técnica ocorre no Comitê Brasileiro de Certificação (CBC) que a encaminha ao Plenário. No Plenário do CONMETRO, a certificação de caráter compulsório, proposta pelo CBC, é acordada em nível governamental e sua implementação é deliberada. Dessa forma, se assim o desejarem, órgãos federais que disciplinam atividades que envolvem a certificação podem incluir em seus regulamentos a exigência pela certificação do SBC.



Eng. Aloísio Costa da Silva Júnior

**CONMETRO**

O Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - CONMETRO formula e avalia a política nacional nas áreas de metrologia, normalização e qualidade industrial. O meio oficial de deliberação do CONMETRO são Resoluções e, em alguns casos, Recomendações.

Para assessorar o Plenário e tratar de áreas específicas foram estabelecidos Comitês (Figura 3).

**Comitê Brasileiro de Certificação - CBC**

O Comitê Brasileiro de Certificação (CBC) opera no âmbito do CONMETRO e tem por missão assessorar o Conselho:

- a) na disponibilização, para a sociedade, de um sistema de certificação de conformidade, harmonizado internacionalmente, que seja imparcial, independente e confiável, e dotado de flexibilidade e dinamismo.
- b) na proposição das políticas e diretrizes a serem seguidas no âmbito do SBC;
- c) na harmonização do SBC com os sistemas internacionais, visando o seu reconhecimento;
- d) na realização periódica de análises críticas do SBC, visando sua melhoria contínua;
- e) no Planejamento Estratégico do SBC;
- f) na análise das sistemáticas adotadas pelo Organismo de Credenciamento quanto ao tratamento dado aos recursos administrativos relativos aos assuntos de credenciamento e de certificação;
- g) na solução de recorrências levadas ao CONMETRO, como instância superior;
- h) na avaliação anual das atividades desenvolvidas pelo SBC; e
- i) na articulação com os demais Comitês Assessores do CONMETRO, buscando a contínua integração das atividades de credenciamento e certificação.

Os membros do CBC, representantes de todas as partes interessadas na certificação, formam um quadro que apresenta um balanço de interesses e imparcialidade, sem nenhum interesse particular predominante.

No CBC são organizadas as Comissões Técnicas Setoriais (CT) que elaboram e analisam Programas de Certificação de Conformidade.

A certificação de conformidade é implementada pelos Organismos de Certificação Credenciados pelo INMETRO (OCCs). O SBC está se adaptando aos dispositivos contidos em tais documentos e, em 1998, inicialmente a certificação de sistemas da qualidade do SBC deve passar a ser reconhecida internacionalmente entre os países que integram o Fórum Internacional de Credenciamento (International Accreditation Forum-IAF).

**Composição do SBC**

Coerente com a atualidade que requer um sistema descentralizado, não-burocrático e articulado, e integrador de todas as entidades que atuam na área da certificação, o SBC foi constituído por um Conselho: CONMETRO; um Comitê: Comitê Brasileiro de Certificação (CBC); por um órgão credenciador: INMETRO, e por Organismos de Certificação Credenciados pelo INMETRO: OCCs.

Política Brasileira para a Certificação de Conformidade

Programas Nacionais de Certificação de Conformidade

Certificação de Conformidade (em nível nacional)

Figura 2 - Serviços Resultantes do SBC

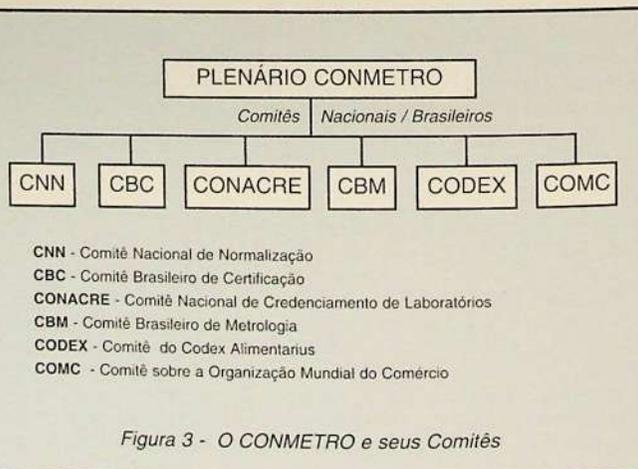


Figura 3 - O CONMETRO e seus Comitês

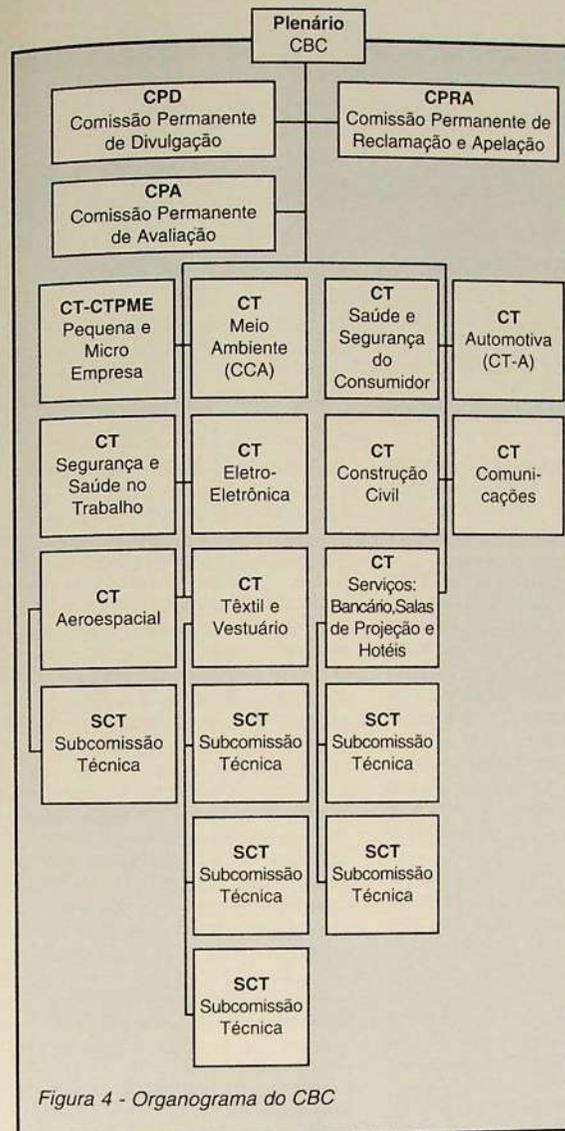


Figura 4 - Organograma do CBC

O processo de certificação para cada produto, serviço ou sistema é descrito em Regra Específica, a qual estabelece o modelo de certificação aplicável, os procedimentos para avaliação, concessão e supervisão e controle da certificação. São elaboradas em subcomissões técnicas criadas por comissões técnicas setoriais. Conforme organograma apresentado na Figura 4, o CBC conta com as seguintes Comissões:

- a) Permanente de Divulgação;
- b) Permanente de Reclamação e Apelação;
- c) Permanente de Avaliação;
- d) Técnica para Pequena e Micro-Empresa;
- e) Técnica Meio Ambiente (Certificação Ambiental);
- f) Técnica Saúde e Segurança do Consumidor;
- g) Técnica Automotiva;
- h) Técnica Segurança e Saúde no Trabalho;
- i) Técnica Construção Civil;
- j) Técnica Eletro-Eletrônica;

- k) Técnica Aeroespacial
- l) Técnica Comunicações;
- m) Técnica Têxtil e Vestuário; e
- n) Técnica de Serviços (hotelaria, bancária, salas de exibição).

**INMETRO**

O INMETRO é o órgão responsável pelo credenciamento e supervisão dos organismos de certificação e possui as seguintes competências, conferidas pelo CONMETRO:

- a) exercer a função de Credenciador do SBC;
- b) representar o SBC nos foros nacionais e internacionais;
- c) estabelecer suas próprias políticas, critérios e outros documentos necessários ao credenciamento dos Organismos de Certificação de Produtos, Sistemas de Gestão, Serviços de Pessoal e de Organismos de Treinamento no âmbito do SBC;
- d) conceder, manter, estender, reduzir, suspender e cancelar o credenciamento de Organismos de Certificação e de Treinamento;
- e) promover a articulação para o reconhecimento internacional do SBC;
- f) coordenar, no âmbito do Governo, a certificação compulsória, observado o item 3.1.2, Termo de Referência;
- g) articular com os demais órgãos públicos as ações que garantam o efetivo cumprimento da certificação compulsória.

Ver na Fig. 5, as modalidades de credenciamento.

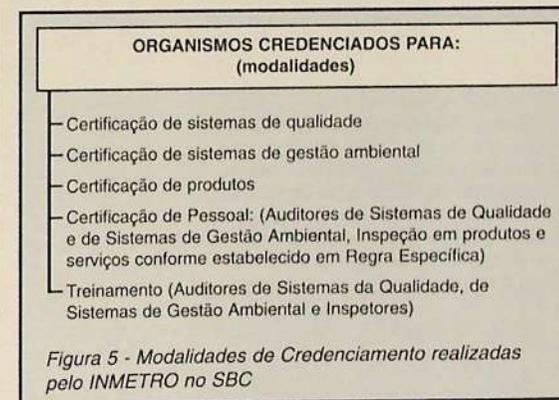


Figura 5 - Modalidades de Credenciamento realizadas pelo INMETRO no SBC

**Organismos de Certificação Credenciados - OCCs**

As atividades de certificação são executadas por OCCs, classificados como OCCs para Produtos, Sistemas de Gestão da Qualidade e Sistema para Gestão Ambiental e Pessoal.

**Informações Gerais**

As normas utilizadas no SBC, a partir das quais é avaliada a conformidade de produtos, processo ou serviços, são preferencialmente Regulamentos Técnicos e Normas Brasileiras, Internacionais ou Regionais. Os critérios e procedimentos utilizados pelo SBC são baseados nas Normas e Guias da ABNT e ISO / IEC.

# A certificação de produtos eletromédicos

JEAN BODINAUD • INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA - IEE/USP

O Brasil implantou em 1996 a certificação de conformidade às normas de segurança dos equipamentos eletromédicos, da série NBR-IEC 601. Este trabalho apresenta o processo de certificação de terceira parte de produtos eletromédicos, que teve início com a portaria no 2.663, de 22.12.95, do Ministério da Saúde, implementada sob a coordenação do INMETRO.

A certificação por terceira parte de produtos eletromédicos constitui o objetivo principal deste artigo. É necessário, de início, diferenciar a Certificação de Sistemas de Qualidade da Certificação de Produtos. A primeira atesta a boa qualidade organizacional da empresa, sem nenhum julgamento sobre os seus produtos fabricados; a segunda atesta a boa qualidade do produto certificado, sem nenhum julgamento global quanto a organização da empresa. É óbvio que essas atividades se completam muito bem.

## 1. Certificação de Conformidade às normas

O projeto PECES do Ministério da Saúde (MS) tornou compulsória a certificação dos equipamentos eletromédicos para fins de registro no MS. A portaria nº 2.043, de 12.12.94, instituiu o sistema de Garantia da Qualidade de produtos correlatos e o INMETRO criou a Subcomissão Técnica de Equipamentos para a Saúde, no âmbito do Comitê Brasileiro de Certificação (CBC). Esta elaborou a Regra Específica do Sistema de Certificação, objeto da portaria nº 2.663 de 22.12.95 do Ministério da Saúde, reeditada em 27.02.97 com o nº 155.

As normas NBR-IEC 601-1, geral para todos os equipamentos, e NBR-IEC 601-2, particulares de cada família, tratam de aspectos de segurança elétrica, mecânica e de radiação. Para alguns equipamentos, itens de normas colaterais devem também ser atendidos. A particularidade deste tipo de certificação é que pouco é avaliado quanto ao seu desempenho funcional e podemos portanto afirmar que somente uma parte da avaliação do produto foi resolvida: o produto é seguro, porém sem garantia de desempenho.

Para explicitar essa diferença vamos usar como exemplo o eletrocardiógrafo. Ele é basicamente um amplificador e registrador dos sinais elétricos emitidos

por sensores. Portanto, do ponto de vista funcional, deve ser um amplificador multicanal perfeitamente calibrado, o que constitui um problema de Metrologia Legal.

A recomendação internacionalmente aceita neste caso é a OIML R90 - Edição 1990 da Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML). Este documento é uma norma de desempenho do instrumento, garantindo a observação de sinais cardíacos confiáveis e calibrados para fins de diagnóstico. Para um eletrocardiógrafo, uma certificação mais abrangente passaria, portanto, pela verificação de conformidade às seguintes normas: IEC 601-1, IEC-601-2-15 e OIML R90.

Um outro exemplo interessante é constituído por geradores de raio-X. Além de obedecer às normas IEC/NBR 601.1/94 e IEC 601.2.7/87 - "Medical electrical equipment Part 2: Particular requirements for the safety of high voltage generators of diagnostic X-ray", ele deve atender à norma lateral IEC 601-1-3/94 - "General requirements for radiation protection diagnostic X-ray". Estes exemplos particulares mostram que a certificação de produtos é dificilmente limitada pelas normas que servem de suporte inicial ao processo.

## 2. O processo de Certificação de Produtos

A certificação de produtos é composta de duas atividades complementares: o ensaio em laboratório para determinar a conformidade das amostras escolhidas às normas e a análise do sistema produtivo para garantir a continuidade da qualidade dos produtos seriados.

### 2.1. Ensaio do produto

Três tipos de ensaios garantem a conformidade do produto, desde o instante inicial, quando é feito um ensaio de tipo abrangendo de todos os itens da norma, até o final do contrato de uso da marca.

Durante a vigência deste contrato, ensaios de rotina são aplicados em 100% da produção, na própria fábrica, e ensaios de controle são realizados a cada seis meses, para monitoração das características mais importantes do produto.

Ensaio de tipo e de controle são realizados em laboratórios independentes credenciados pelo INMETRO. Os ensaios constam das Regras Específicas de Certificação, elaboradas pela Subcomissão Técnica de Equipamentos de saúde do CBC, que rege o processo.

### 2.2. Avaliação da linha de fabricação

A avaliação da linha de fabricação assegura a constância da qualidade dos produtos certificados. Na fábrica, a linha de fabricação do produto certificado deve ser identificada e tratada como um processo produtivo completo. A análise da linha de fabricação é feita segundo regras específicas dadas pelo CBC. Essas regras são parte das exigências da ISO 9002.

A atual metodologia de análise da linha de produção é baseada em auditorias. A auditoria inicial da linha de produção é abrangente e orientada para o produto. As auditorias de controle, realizadas a cada seis meses, têm por finalidade a verificação do sistema da qualidade para evitar derivas da linha de produção.

### 3. Organismo de Certificação Credenciado - OCC do IEE/USP

Os Organismos de Certificação Credenciados - OCCs são credenciados pelo INMETRO e atuam em todo o território nacional. Os de terceira parte possuem estrutura que garante sua independência tanto do setor produtivo quanto do mercado comprador. Seu conselho diretor e a Comissão de Certificação que deliberam questões de certificação, congregam representantes do setor produtivo, dos usuários do produto e dos representantes dos organismos de defesa do consumidor. Procedimentos específicos garantem a confidencialidade, o controle e o uso correto da marca.

Neste universo, o IEE/USP credenciou junto ao CBC seu Laboratório de Ensaio de Equipamentos Eletromédicos e de Radiologia Diagnóstica, no CLR 062/95, e um escritório de Certificação de Produtos foi implantado e credenciado sob o nº OCP 011/97, para atuar nas áreas de certificação compulsória que inclui os equipamentos para saúde.

# Ensaio para certificação

JORGE NICOLAU RUFCA E SERVUS SOUZA DA SILVA • INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA / USP

Na condição de Laboratório de Ensaio de Terceira Parte, e com sua tradição tecnológica na área de ensaios, o IEE / USP é um dos institutos especializados que mais se caracteriza para atender às solicitações por parte dos OCCs. Assim, já possui diversos laboratórios credenciados e outros em via de sê-lo, destacando-se as áreas descritas no presente texto.

O processo de certificação consiste na avaliação de um produto no tocante à fabricação e à observância das normas técnicas de segurança elétrica, mecânica e às normas técnicas específicas para cada equipamento.

### O laboratório de ensaios de equipamentos eletromédicos do IEE / USP

O laboratório de ensaios deve ser uma entidade de terceira parte, visando a imparcialidade com os clientes e Organismos de Certificação Credenciados - OCCs. Para tornar-se um laboratório credenciado, o IEE necessitou solicitar auditoria do INMETRO, com o intuito de obter aval e credibilidade da sistemática adotada para execução dos ensaios. O laboratório deve atender às exigências da ISO Guia 25 e aos critérios para credenciamento de laboratórios DINQP 24. Esse Guia exige que o laboratório possua um Sistema da Qualidade, para garantir a operacionalidade do mesmo.

Dentro das atividades laboratoriais, o IEE / USP oferece os seguintes serviços:

### Ensaio de tipo (certificação)

Esse processo, como um todo previsto na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.663 de 22.12.95, instituiu que para a obtenção do registro de comercialização do produto o fabricante deve apresentar um certificado de conformidade às normas técnicas e atender aos sete seguintes itens da ISO 9000, na avaliação de fábrica.

- 1- Identificação e rastreabilidade do produto;
- 2- Inspeção e ensaio;
- 3- Controle de equipamento de inspeção, medição e ensaios;
- 4- Situação de inspeção e ensaio;
- 5- Controle de produtos não conforme;
- 6- Manuseio, armazenamento, embalagem e expedição;
- 7- Controle de registros da qualidade.

As normas previstas na portaria são as seguintes:

- ▶ NBR IEC 601-1/1994 Equipamento Eletromédico Parte 1: Prescrições gerais para segurança (Norma Geral);
- ▶ A série de normas IEC 601-2 (Normas Particulares). Esta série se divide em normas específicas para cada tipo de equipamento eletromédico, e
- ▶ Todas as outras normas ISO e IEC que são "chamadas" pelas Normas Geral e Particular.

A Norma Geral possui todas as prescrições relativas a ensaios e verificações necessárias para se avaliar características elétricas e mecânicas para qualquer tipo de equipamento eletromédico no que diz respeito à segurança do paciente ou do operador do equipamento. As Normas Particulares, definem o direcionamento correto para se avaliar estas características, efetuando substituições, modificações e/ou acréscimos às cláusulas (limites, ensaios e verificações) da Norma Geral. Esse direcionamento se faz necessário, pois a Norma Geral é abrangente em sua totalidade e existem parâmetros e ensaios que podem ou não ser executados em cada equipamento eletromédico em particular. Caso fosse aplicada apenas a Norma Geral, poder-se-ia estar atestando inadequadamente a conformidade do equipamento com relação às prescrições das normas.

### Ensaio para adequação do produto

Caso o cliente necessite avaliar se o produto por ele fabricado atende as prescrições das Normas Geral e Particular, o mesmo poderá contratar com o laboratório, o ensaio de adequação. Este ensaio poderá ser executado de acordo com a necessidade do cliente, sendo executada toda a norma ou partes dela. Os resultados destes ensaios podem ser utilizados pelo cliente para:

- ▶ Adequação do produto ao processo de certificação;
- ▶ Desenvolvimento do produto e/ou

▶ Adequação às exigências particulares para fins de exportação (MERCOSUL, FDA, CE etc.).

### Ensaio de segurança radiológica

Ensaio executado para verificar se o equipamento está em conformidade com as prescrições das Normas de Segurança Radiológica. Tem por finalidade avaliar:

- ▶ Radiação de fuga, e
- ▶ Avaliação das propriedades de revestimentos de paredes, vidros plumbíferos e equipamentos de proteção individual (EPI) e outros.

### Ensaio de desenvolvimento/ caracterização

Ensaio destinados a verificar se as características mínimas exigidas para equipamento radiológico atendem as especificações relativas a:

- ▶ Caracterização dos tubos de raios-X, e
- ▶ Medidas das dimensões do ponto focal e outros

### Relacionamento laboratório/cliente

Constantemente o laboratório se depara com os seguintes problemas:

- ▶ Questionamentos, por parte dos clientes, sobre as prescrições das normas:

*Os clientes nem sempre aceitam os ensaios definidos nas normas.*

- ▶ Solicitam ações corretivas para as não-conformidades detectadas:

*Pelo fato de o laboratório possuir uma visão geral de diversos equipamentos, normalmente os clientes tentam obter informações que solucionem as não-conformidades detectadas.*

- ▶ Pressões para cumprimento do prazo de execução dos ensaios:

*O prazo de ensaio é fornecido no contrato, estimando o tempo médio necessário para execução do trabalho. Todavia, como para cada equipamento o laboratório se depara com novas tecnologias, precisando absorvê-las, o prazo de ensaio pode vir a ultrapassar o especificado no contrato.*

- ▶ Custo dos ensaios, e
- ▶ Continuidade dos ensaios após eliminação de não-conformidades:

*Por existirem sempre não-conformidades encontradas durante os ensaios, nem sempre é viável dar continuidade a análise do produto ao término dos ensaios, uma vez que existe uma certa "fila" para o atendimento dos clientes.*

## O cenário brasileiro na garantia da qualidade em radiologia

PAULO R. COSTA • FÍSICO - SEÇÃO TÉCNICA DE RADIODIAGNÓSTICO

Nos últimos anos, termos como Controle de Qualidade, Garantia da Qualidade, Testes de Constância, Ensaio de Aceitação, entre outros, têm se tornado comuns no vocabulário médico. Isso tem ocorrido devido à grande difusão do conceito de qualidade em termos da produção industrial e da oferta de serviços. Hoje, encontramos instituições médicas em várias partes do mundo buscando certificações de qualidade no âmbito proposto pelas normas da série ISO 9000. Alguns departamentos de diagnóstico por imagens brasileiros não fogem deste panorama.

Inicialmente, devem-se estabelecer as diferenças principais entre a Garantia da Qualidade, o Controle de Qualidade e os Testes de Constância. Destes termos, o primeiro é composto por um sistema de operações que permitem identificar, avaliar e solucionar, de forma confiável, qualquer item de um processo produtivo que possa comprometer a qualidade final do produto (imagens radiológicas). Já o termo Controle de Qualidade compõe um conjunto de técnicas e atividades que são aplicadas em um setor produtivo (num departamento de diagnóstico por imagens, por exemplo) de modo a extrair as informações necessárias para garantir que requisitos pré-estabelecidos de qualidade sejam satisfeitos. Por fim, os Testes de Constância (também chamados testes de qualidade) são séries de testes implementados para garantir que o desempenho dos equipamentos utilizados no setor esteja de acordo com critérios pré-estabelecidos ou ainda para reconhecer, antecipadamente, variações nas pro-

**A garantia de uma boa imagem radiológica, evitando excessos de radiação sobre o paciente e protegendo os operadores, além de elevar a certeza de uma imagem adequada, é o objetivo de um Programa de Garantia de Qualidade em Radiologia. Essa otimização tem como consequência imediata a redução do número de radiografias necessárias à obtenção das informações diagnósticas.**

priedades dos componentes destes equipamentos. Resultados positivos na implementação de programas como estes somente podem ser obtidos quando existe um comprometimento institucional, incluindo todos os setores direta ou indiretamente envolvidos, especialmente a direção da instituição. Estes resultados aparecem como reduções das taxas de rejeições de radiografias e, conseqüentemente, com a redução das doses de radiação recebidas por pacientes e pelo corpo técnico. Evidentemente, esta redução reflete uma sensível economia de materiais como filmes radiológicos e reagentes químicos utilizados no processamento dos filmes. Além disso, permite a otimização do tempo utilizado pelo pessoal envolvido, uma vez que o número de radiografias realizadas diminui. A isto, deve-se acrescentar a melhoria na qualidade das imagens, um dos principais objetivos deste tipo de programa. Contudo, além dos resultados de ordem financeira, um programa bem implementado tem incorporado sistemáticas de acompanhamento, treinamento e orientação dos técnicos de radiologia, que promove a integração do grupo com o processo de produção como um todo, além de

permitir a identificação de falhas na formação que podem ser solucionadas com cursos ou treinamentos em serviço.

Atualmente, existe uma legislação vigente no Estado de São Paulo (resolução SS-625), e outra prestes a ser aprovada em âmbito nacional, em que programas como este passam a ser de implementação compulsória em clínicas radiológicas. Porém, acredita-se que, quando houver números

significativos de experiências em programas como estes, e quando seus benefícios tanto de ordem administrativa quanto social estiverem popularizados, não haverá a necessidade de legislações, mas sim de regulamentos que identifiquem os padrões de qualidade desejados e as formas recomendadas de implementação. Neste ponto as parcerias entre as instituições de ensino e pesquisa e os departamentos de diagnóstico por imagens tornam-se importantes, pois somente após existirem coletas de dados sistemáticas, e em volume estatisticamente aceitos, será possível definir tanto esses padrões de qualidade, quanto metodologias otimizadas de implementação, periodicidades, instrumentação adequada e bases conceituais para treinamentos.

Existem, ainda, dois pontos importantes a serem ressaltados. O primeiro refere-se ao que se espera (ou se deveria esperar) como vantagens, ou seja: Qual o "produto" que se compra ao se investir na implementação de um Programa de Controle de Qualidade? O segundo, mais técnico, envolve a pergunta sobre a forma correta de implementação (instrumentação e formação adequadas, procedimentos otimiza-

dos, gerência da qualidade etc.), ou seja: Que atributos deve ter o "produto" para atender o cliente?

A discussão sobre os benefícios é complexa, pois envolve, por um lado, o conceito de qualidade das imagens e, por outro, o custo de produção dessas imagens. A qualidade da imagem deve ser tal que maximize a possibilidade de diagnósticos precisos, considerando-se padrões de dose aceitáveis ao exame realizado. Daí vem o primeiro ponto que deve ser consensual entre o radiologista e o profissional que implementa o programa. O radiologista deverá saber como exigir a melhor qualidade possível, enquanto o prestador de serviços de Controle de Qualidade deverá informá-lo dos limites de qualidade do seu sistema de produção de imagens. Esse equilíbrio é função da tecnologia utilizada no departamento, da habilidade do radi-

ologista e da experiência de seus operadores.

Paralelamente, o custo de cada imagem dependerá, também, dos recursos tecnológicos utilizados, além da existência de processos de otimização dos procedimentos técnicos e administrativos da clínica. A redução destes custos é uma tarefa a ser executada conjuntamente pela administração do serviço e pelo prestador de serviços de Controle de Qualidade, independentemente do porte da clínica. Esta otimização da relação custo-benefício não é uma exigência formal, mas um direito do radiologista ao optar por um programa dessa natureza. O sucesso da otimização requer tempo. Contudo, o caminho pode ser reduzido se a forma com que o Programa for implementado permitir o suprimento das informações fundamentais à avaliação minuciosa de seus pontos críticos.

Uma política global e sistemática que gerencie todo o processo de produção de imagens passa não só pelo controle dos equipamentos, mas também pelo controle de todos os procedimentos que compõe a tomada de uma radiografia. Uma postura como esta complementa os efeitos positivos da certificação compulsória na fabricação de equipamentos eletromédicos, sendo mais condizente com a busca da qualidade que encontramos em outras áreas produtivas, substanciadas pelas normas das séries ISO 9000 e 14000. Dessa forma, aos radiologistas cabe saber o que exigir e extrair do Programa de Controle de Qualidade as ferramentas para um melhor gerenciamento de seu departamento de diagnóstico por imagens. Aos prestadores de serviço de Controle de Qualidade cabe mostrar que, ao introduzirem mudanças pro-

fundas na filosofia de trabalho das clínicas radiológicas, são capazes de produzir tanto benefícios diretos aos clientes (redução dos custos e otimização da qualidade das imagens) quanto indiretos à comunidade, com a redução das doses coletivas.



Vista geral dos trabalhos do Workshop



### CRENCIADOS

## Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica**  
(Certificado de Credenciamento na RBC N° 014)

- ▶ Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão
- ▶ Determinação da resistência de resistores-padrão
- ▶ Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-ampérímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc.
- ▶ Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas**  
(Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL - 011/86)

- ▶ Certificação de Conformidade

de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão.  
Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria**  
(Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL-039/91)

- ▶ Ensaio de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).
- ▶ Ensaio de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).
- ▶ Ensaio de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).
- ▶ Ensaio de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaio de Equipamentos Eletromédicos**  
(Certificado de Credenciamento

na RBLE N° CRL 062)

- ▶ Ensaio em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).
- ▶ Ensaio em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).
- ▶ Ensaio em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).
- ▶ Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. N° 95LS61PR00X).
- ▶ Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. N° 95LS64PR00X).
- ▶ Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. N° 95LS65PR00X).
- ▶ Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. N° 95LS66PR00X).

Na próxima edição serão publicados os resumos dos trabalhos apresentados no II Workshop, além de outras publicações técnicas da área.

# IEE em IEE REVISTA

Orgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano IV - nº 3 - 1998

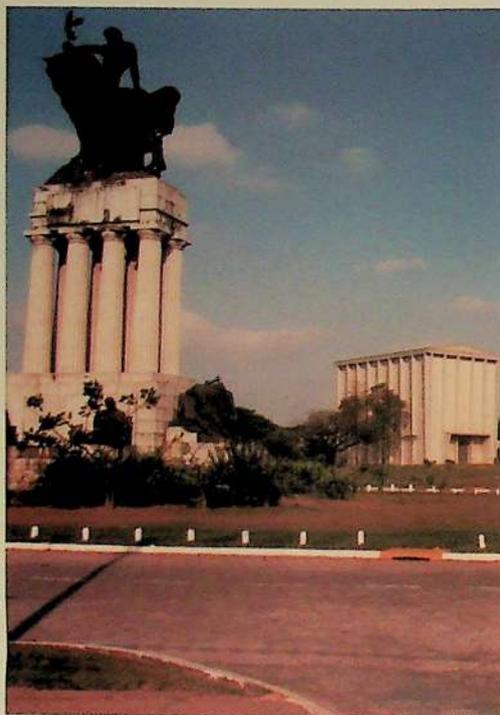
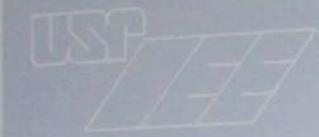


Foto: George Unterman

Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>

**Monitoramento de Equipamentos de Subestações já é Realidade.**

0 21 42 63 84 105 126 147 168 189



**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

- Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Engº Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
- Máquinas Elétricas**  
Engº Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
- Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
- Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

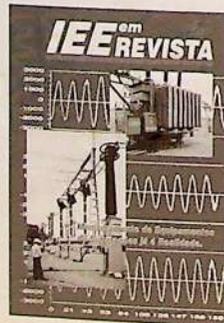
- Equipamentos Eletromédicos**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Radiagnósticos**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/8137
- Manutenção Radiológica**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Desenvolvimento de Software**  
de Redes - Bel. Quim. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
- Eletrônica de Potência**  
Engº Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
- Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

- Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
- Equipamentos de Medição**  
Engº Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
- Padrões Elétricos**  
Engº Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
- Aferição e Calibração**  
Engº Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera/Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983



**3**  
EDITORIAL

PROFESSOR JACQUES MARCOVITCH

**4**  
ENTREVISTA

CONCESSIONÁRIAS COMENTAM O SISTEMA DE MONITORAMENTO

**7**  
ARTIGO  
MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS

**10**  
DEPOIMENTOS  
ALTUS: BENEFÍCIOS PARA A COMUNIDADE

HBM: PARCERIA IDEAL

ECIL: PROJETO É UM AVANÇO

TOSHIBA: ETAPA MUITO IMPORTANTE

SIEMENS: PROJETO INOVADOR

ELIPSE: SISTEMAS MAIS CONFIÁVEIS

ABB: SISTEMA MODERNO

QUALITROL: MOMENTO CERTO

**15**  
SISTEMA DE MONITORAMENTO É ENERGIZADO

**18**  
VISITA DO REI CARL XVI GUSTAV

Capa: Algeo B. Cairrolli  
Fotos: Arnaldo G. Kanashiro  
Alcio K. Shimizu

**EDITORIAL**



Jacques Marcovitch  
Reitor da Universidade de São Paulo

O equacionamento da questão energética é vital para o futuro da Humanidade, pois envolve igualmente, embora em diversos graus de profundidade, a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a produção empresarial. A consciência dessa realidade está na própria razão de ser do Instituto de Eletrotécnica e Energia. As relações entre o IEE e o empresariado devem seguir o mesmo curso do relacionamento que a USP deve ter em sua interface com o setor produtivo, em particular, e com a sociedade em geral. Falamos de uma política global de integração, na qual, respeitados os diferentes interesses, procuramos conjugar objetivos comuns. Para isso, o conhecimento das diferenças ajudaria não a eliminá-las, mas a desenvolver métodos para que se complementem. O principal obstáculo a remover para conquistarmos um relacionamento harmônico, se fundamenta na incompreensão.

De um lado, muitos empresários pressupõem que o pesquisador acadêmico é indiferente à realidade cotidiana. Vivemos para a eternidade, sonhamos a longo prazo, enquanto eles, os homens da produção, travam o duro combate do dia-a-dia. Entre os pesquisadores, a crença mais corriqueira é o de que os empresários são imediatistas e a maioria deles só se interessa por resultados rápidos, que lhes proporcionem vantagens palpáveis.

Possivelmente, na raiz de tais incompreensões existe uma parcela de verdade, gerada pelo fato de que os dois segmentos trabalham em ritmos distintos, ainda que, com frequência, tenham objetivos comuns. O empresariado prioriza a tática por uma questão de sobrevivência, enquanto a natureza da pesquisa

acadêmica é essencialmente estratégica. Mas nada impede que se complementem. Essa integração não é apenas desejável, ela é indispensável à sobrevivência do país como nação em desenvolvimento. Perguntas cruciais, de cujas respostas depende o destino da capacidade produtiva de nosso país e do mundo, têm que ser respondidas pela Universidade. Políticas públicas para a racionalização do uso da energia, para a ampliação da geração, para a diversificação das fontes energéticas, são exemplos de respostas esperadas.

No campo da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico, os sistemas de monitoramento de equipamentos de subestações constituem um expressivo exemplo em prol do aperfeiçoamento da interação da Universidade com o sistema de produção. Finalmente, cabe acompanhar criticamente a evolução do sistema brasileiro de energia, para assegurar sua confiabilidade e acessibilidade, a fim de que o Brasil seja mais moderno, mais competitivo e mais justo.

Um exemplo de ação estratégica na área da pesquisa acadêmica será a criação da Cátedra de Energia "Lucas Nogueira Garcez", na Universidade de São Paulo. Terá como objetivo oferecer um espaço permanente para o estudo, reflexão e análise sobre os grandes desafios que a área energética enfrenta no Brasil e no mundo, ela trabalhará para antecipar soluções que afetarão concretamente todas as formas de atividade empresarial e da qualidade de vida em sociedade. Esta iniciativa ilustra a indissociabilidade dos interesses da Universidade e da Sociedade.

Jacques Marcovitch



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - Reitor da USP: Jacques Marcovitch - Diretoria do IEE/USP: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - Consultor e Coordenador Editorial: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação: Liber Comunicação (Tel.: 495-7180 / 99-96-31-55)

DELSON JOSÉ AMADOR / DIRETOR DA CESP

## CESP aponta vantagens do monitoramento

De que modo o Sistema de Monitoramento permite estabelecer informações mais confiáveis?

As empresas que adquirem uma concessão, além das informações fornecidas pela estatal, procuram mais informações. Ou seja, o monitoramento permite ter o estado atual e o do futuro próximo dos equipamentos adquiridos.

Influi, ou melhor, define o volume de recursos e o real valor dos investimentos necessários. Ou seja: possibilita informações atualizadas e contínuas dos equipamentos. Até aqui, a tradição se resumia a informações orais e não escritas dentro da empresa, o que funciona internamente mas não quando outro grupo assume a empresa concessionária. Portanto, pelo monitoramento, resulta uma informação escrita, mais confiável, e assim, mais segura. Evita surpresas, geralmente desagradáveis.

Com esse melhor controle das características de operação, o setor produtivo industrial vem a ser beneficiado?

Sim, porque o sistema de monitoramento eleva a segurança de funcionamento correto dos equipamentos. Evitam-se assim, no setor produtivo, perdas de equipamentos, de matérias-primas, além do prejuízo natural da interrupção do processo produtivo. De mais a mais, é fácil comprovar que a manutenção feita preditivamente leva a um custo muito menor para a concessionária do que a corretiva.

**“O monitoramento resulta numa informação escrita mais confiável e, assim, mais segura”**

Até que ponto o nível do pessoal de operação é adequado ao uso pleno do Sistema de Monitoramento?

Em parte, o nível do pessoal envolvido nessa área é bastante bom. Assim, acredito na necessidade de treina-



Delson José Amador

**“O sistema traz uma base sólida de informação e, daí, um planejamento real e verdadeiro dos investimentos em transformadores e disjuntores”**

mento rápido, para cada tecnologia e sistema de monitoramento. Na CESP, de certo modo, a orientação pela avaliação dos equipamentos de rede em função do comportamento das matérias-primas já é uma tradição. É o que acontece nos centros de treinamento de Ilha Solteira e Baurú.

A vida útil dos equipamentos pode ser prolongada, pelo registro de grandezas antes não controladas?

O Sistema de Monitoramento prolonga a vida útil, em dois aspectos:

1º-Possibilidade de avaliação das condições do equipamento ao longo do seu uso; e daí, qual a vida útil esperada, em contraste com a vida útil teórica.

2º-Permitir a detecção de falhas preventivamente, evitando saídas intempestivas. Resulta assim, um custo menor para a recolocação, em serviço.

O sistema traz uma base sólida de informação e, daí, um planejamento real e verdadeiro dos investimentos na área de transformadores e disjuntores.

Em trafos, particularmente, estabelecimento de fatores determinantes da

vida útil real, mediante a detecção de grandezas não registradas pelos procedimentos normais de ensaio, permitindo estabelecer programas que contenham dados atuais e futuros.

Uma vida útil maior influi positivamente no custo do kWh?

No custo, sim, imediatamente. No preço de venda, não, a não ser a médio prazo, devido ao processo que estabelece esse preço de venda. Havendo o benefício devido ao melhor uso de equipamento, e assim menor investimento, a regra é repassar esse benefício ao cliente. O desenvolvimento tecnológico obtido com o monitoramento leva, primeiro, benefício à concessionária, segundo, e depois, ao mercado. Tal procedimento faz parte dos procedimentos de um mercado competitivo, como já existe parcialmente, ou seja, o cliente industrial escolhendo seu fornecedor de energia, e que deverá chegar ao nível do cliente residencial, no futuro.

Visando utilizar ao máximo os recursos do Sistema de Monitoramento, seria necessária a evolução desse sistema até um Sistema Especialista?

A evolução até o Sistema Especialista e Inteligente é irreversível. Os sistemas de avaliação e controle serão cada vez mais sofisticados. O Sistema Inteligente deverá inclusive, no futuro, adequar o despacho dos equipamentos às suas condições de operação, mediante a produção de diagnósticos e perspectivas, mudando os parâmetros de avaliação das suas condições operacionais.

Essa tarefa deve ser cada vez mais independente de conclusões pessoais dos controladores-funcionários.

**“A evolução até o Sistema Especialista e Inteligente é irreversível”**

SIDNEI SIMONAGGIO / DIRETOR DA ELETROPAULO

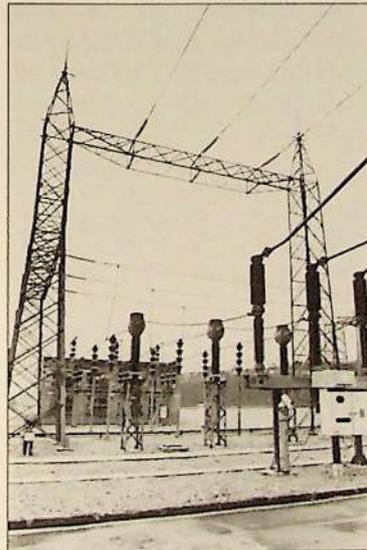
## Eletropaulo destaca importância do Sistema

Com a instalação do Sistema, resultaria a possibilidade de alterar os critérios de avaliação e controle dos equipamentos, notadamente disjuntores e transformadores?

Sim. O sistema de geração, transmissão e distribuição fica mais confiável. Eventuais substituições podem ser bem planejadas, não ocorrendo em períodos de grande consumo industrial. Além disso, atualmente o operador controla corrente quando na verdade deveria controlar temperatura. É uma mudança de cultura, de procedimentos.

Até que ponto é imprescindível que um equipamento tenha um sistema confiável de acompanhamento?

No caso particular da Eletropaulo, de 10 anos atrás a essa data, o planejamento passou a ser feito pelo critério probabilístico, o que levou a algumas dificuldades pelo fato de não se ter informações sempre seguras e escritas sobre taxas de falhas e fatores semelhantes. Por outro lado, a meta era e é operar os equipamentos sem perda de vida útil, mas com certa sobrecarga



Disjuntor de 145 kV: ETEP - Nordeste da Eletropaulo



Sidnei Simonaggio

permanente. Assim, há necessidade de um sistema confiável de acompanhamento, escrito, que entendemos estar disponível pela aplicação do Sistema de Monitoramento.

Do uso desse Sistema resultam vantagens como menores custos, uso pleno, reservas melhor utilizadas, e daí, continuidade otimizada de fornecimento.

**“Atualmente o operador controla corrente, quando na verdade deveria controlar temperatura”**

Futuramente, o Sistema de Monitoramento deve evoluir até um Sistema Especialista. Essa evolução é importante?

Não resta dúvida que esse primeiro passo precisa ser completado pela criação do Sistema Especialista. É do interesse de todos, concessionárias e centros de desenvolvimento de tecnologia, como é o caso do IEE/USP. Entendemos que convênios deveriam ser firmados pelas partes envolvidas, as quais, pela privatização passariam a ser bastante numerosas.

Seria possível estabelecer uma correlação entre o Sistema e os investimentos a serem feitos?

Há uma influência no custo devido à racionalização que acontece. Melhor uso dos componentes da rede significam menor investimento, e daí custo menor.

**“Entendemos que o monitoramento, a supervisão e o controle tornam os sistemas mais precisos e confiáveis”**

Estamos numa época de destacada privatização. Esse sistema despertaria particular atenção das novas concessionárias?

Perfeitamente. As privatizações levam ao aprofundamento dos procedimentos de racionalização de custos. Onde, em particular, o custo dos operadores é elevado. Além disso entendemos que o monitoramento, a supervisão e o controle tornam as redes elétricas mais confiáveis, permitindo um acompanhamento das condições de operação anterior e atual e projetando um futuro a curto prazo, que só esse Sistema permite.

Como o pessoal de operação deve encarar o uso do Sistema de Monitoramento?

Nota-se, ainda atualmente, que o pessoal envolvido com a manutenção e a avaliação das condições de operação atua com certo receio, medo mesmo, de uma avaliação/previsão de falta incorreta. Daí, o uso de documentos emitidos pelo Sistema, perfeitamente definidos, mas baseado mais em materiais do que nas condições elétricas, vai exigir um treinamento. Porém, pelo nível do pessoal envolvido, não deve haver maior dificuldade. Finalizando, destacamos o trabalho em equipe entre as concessionárias, as indústrias e o IEE/USP.

CARLOS JOSÉ BARREIRO/DIRETOR CPFL

## CPFL: monitoramento aumenta confiabilidade

Qual a sua opinião sobre as vantagens resultantes da instalação do "Sistema de Monitoramento de Subestações" para prolongar a vida útil dos equipamentos?

A CPFL sempre se empenhou para obter o melhor desempenho de seus equipamentos, tanto no aspecto operativo quanto econômico. Vários estudos foram realizados pela engenharia de manutenção, visando prolongar a vida dos equipamentos, sem contudo, prejudicar sua confiabilidade. Entretanto, devido à ausência de uma tecnologia mais avançada, vários estudos eram realizados com base nos dados estatísticos dos equipamentos, enquanto que o ideal seria utilizar dados reais. Um Sistema de Monitoramento de Subestações obtém, armazena e analisa os dados reais, que serão menos conservativos que os dados estatísticos, o que possibilitará um refinamento dos estudos já realizados e a implantação de novos estudos para otimizar recursos humanos e materiais na manutenção.

Existe, a seu ver, um interesse particularmente destacado na instalação desse Sistema, nessa fase de privatização das concessionárias de energia?

Sim. A nova direção da CPFL, após privatizada, estabeleceu como meta melhorar ainda mais os indicadores de qualidade de seu serviço, que a mantém entre os melhores do país. Com



Carlos José Barreiro

base neste enfoque a empresa está investindo maciçamente em pesquisa e novas tecnologias, visando atingir a plenitude da satisfação de seus consumidores. A instalação do Sistema de Monitoramento de Subestações coloca a CPFL na vanguarda da tecnologia mundial.

Até que ponto, o controle das condições de funcionamento desses equipamentos podem influir sobre o custo do kWh?

O custo do kWh é definido em função de vários itens. A princípio, a redução dos gastos com manutenção e o aumento da vida útil dos equipamentos gerará economia de recursos para CPFL. Mesmo que essa redução não seja significativa, haverá, em contrapartida, um aumento da confiabilidade dos equipamentos e conseqüente melhoria na qualidade de fornecimento de energia para nossos consumidores.

Nessa primeira fase, o Sistema de Monitoramento vai colher continuamente uma série de dados que permitem a avaliação das condições

do equipamento. Numa segunda etapa, está previsto o desenvolvimento de um Sistema Especialista, para fazer as devidas avaliações e comparações, automaticamente. É seu ponto de vista que as concessionárias de energia também deverão apoiar esse projeto de criação de um Sistema Especialista, que completa o presente Sistema de Monitoramento?

Sem dúvida nenhuma, um Sistema Especialista é o complemento de um Sistema de Monitoramento. Enquanto o software desenvolvido para o Sistema de Monitoramento permite a coleta de dados e a possibilidade de definição de valores para alarmes, um Sistema Especialista realizará as análises dos dados de forma sistemática. Outra vantagem de um Sistema Especialista é que ele efetua um auto-aprendizado, função da análise da grande quantidade de dados, podendo

**"A instalação do Sistema de Monitoramento de Subestações coloca a CPFL na vanguarda da tecnologia mundial"**

Na sua opinião, o perfeito uso e avaliação dos resultados medidos nesse Sistema vai exigir o treinamento do pessoal envolvido?

Os profissionais das áreas de engenharia de manutenção deverão ser treinados com relação ao funcionamento do Sistema, dados coletados, ajustes e qualquer informação que possibilite o domínio desta nova tecnologia, o que aliado ao conhecimento técnico dos equipamentos monitorados e do sistema elétrico da CPFL, resultará nos benefícios já mencionados.



Subestação da CPFL: Campinas Central

## Monitoramento de Equipamentos de Subestações

ORLANDO LOBOSCO • GERVASIO L. DE CASTRO • ARNALDO KANASHIRO

### Histórico

O projeto, desenvolvido pelo IEE/USP em conjunto com a EPUSP, CESP, CPFL e ELETROPAULO, destina-se a pesquisar, avaliar, conceituar e desenvolver um sistema que permita o monitoramento de equipamentos de subestações de energia elétrica. A idéia é propiciar informação segura e rápida de quando deve ser feita a intervenção para a manutenção dos equipamentos, evitando interrupções não programadas no fornecimento de energia e, ao mesmo tempo, tornando mais fácil e menos custosa a recuperação.

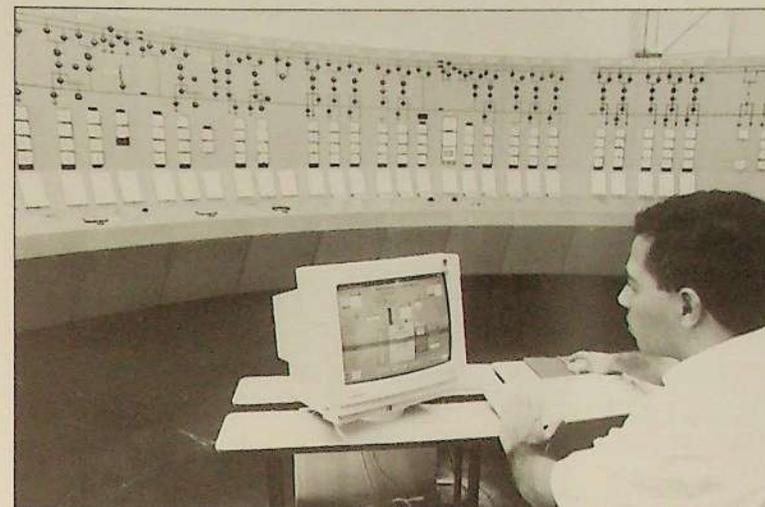
Para que se pudesse estabelecer com precisão o estado da arte do monitoramento, foi feita uma extensa pesquisa bibliográfica, tendo sido consultados mais de 300 artigos recentes sobre o tema. Além disso, representantes da USP e das concessionárias visitaram entidades usuárias, fornecedoras e pesquisadoras de Sistemas de Monitoramento no Japão, Estados Unidos, Canadá e Europa.

Não foram identificados nesta pesquisa, Sistemas de Monitoramento em condições de atender as exigências das concessionárias de São Paulo. Entre estas exigências, são quesitos importantes: a possibilidade de adaptação à equipamentos antigos e de diversas procedências; sistema computacional aberto ao usuário, e baixo custo.

Face aos resultados deste estudo inicial, decidiu-se desenvolver um Sistema de Monitoramento para os equipamentos das subestações, cujos objetivos são analisados no que segue.

### Objetivos do Monitoramento

- Redução dos custos de manuten-



Sala de comando da S.E. Cabreúva, com o monitor em primeiro plano

ção dos equipamentos e aumento da confiabilidade do sistema elétrico.

- Determinação de valores de referência para servir de base à comparação com os valores supervisionados, que ficarão armazenados em bancos de dados.

- Obtenção do desvio das grandezas monitoradas dos equipamentos, permitindo programar a intervenção da equipe de manutenção preventiva.

- Criação de um Sistema Inteligente que fará o diagnóstico em tempo real dos equipamentos, informando o estado do equipamento e comunicando ao centro de manutenção preditiva o prolongamento da vida útil dos equipamentos.

- Implantação de Sistemas de Monitoramento para permitir a visualização do comportamento e do estado de desgaste e envelhecimento dos equipamentos.

### Estratégia do projeto

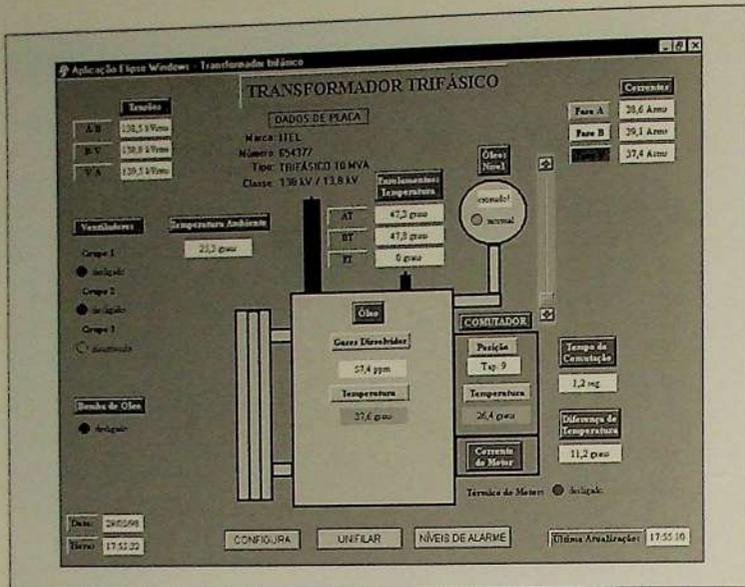
A estratégia adotada para a imple-

mentação do projeto foi a de buscar a participação do pessoal especializado das concessionárias, da EPUSP, e de fornecedores de equipamentos e de sensores, para contribuir com as equipes do IEE/USP na definição e no desenvolvimento do projeto em suas diversas fases. As decisões sobre a escolha dos equipamentos a serem monitorados e da construção do protótipo nasceram da avaliação do grupo multidisciplinar. Assim, cada entidade tem cooperado com sua especialidade, tendo em vista uma visão comum dos objetivos do projeto. Como resultado, as seguintes decisões foram tomadas pelo grupo de pesquisadores:

- em cada subestação serão monitorados apenas o transformador e o disjuntor, pois são estes os equipamentos mais críticos e que recomendam uma atenção especial;

- as grandezas a serem monitoradas serão:

(Continua na página 8)



Tela do programa exibindo os dados adquiridos do transformador trifásico

- nos transformadores: correntes e tensão de fase, temperatura, nível de gases no óleo, posição do "tap" do comutador, diferença de temperatura entre comutador e transformador; correntes do motor do comutador; operação dos ventiladores, registros dos instantes de acionamento do motor do comutador;

- nos disjuntores: oscilografia das correntes de fase, bobinas de abertura e fechamento, percurso do contato, pressão e temperatura do gás isolante, pressão do sistema de acionamento, correntes do motor do disjuntor ou do sistema de acionamento, registro dos instantes de abertura e fechamento do disjuntor, nível de óleo do sistema de acionamento.

O projeto foi subdividido em 3 partes, cada uma com equipe própria de pesquisadores, para que pudesse ser implementado com eficiência e em curto prazo:

- avaliação de diversos sistemas dedicados de monitoramento e de sensores, assim como o desenvolvimento de alguns sensores para as grandezas identificadas como impor-

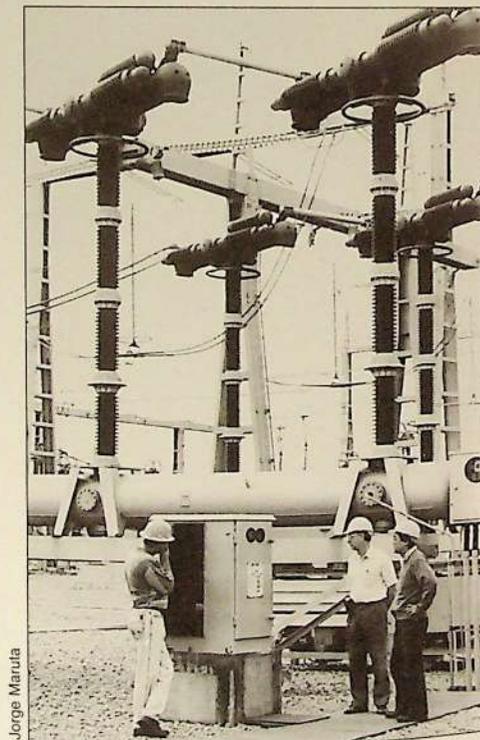
tantes para o monitoramento dos equipamentos;

- desenvolvimento do sistema de aquisição de dados local e da transmissão dos dados para o computador central;

- montagem do banco de dados para conhecimento do histórico do equipamento e das curvas de tendência ao longo de sua operação.

### Definição básica do Sistema

Para a aquisição dos sinais são utilizados sensores instalados nos equipamentos das subestações e, em alguns casos, Sistemas de Monitoramento específicos de determinadas grandezas ou funções já fabricados por indústrias de aparelhagem. Junto aos equipamentos, é instalada a Unidade de Aquisição de Dados (UAD), destinada a gerenciar a aquisição de sinais e transmitir as informações a um microcomputador localizado na subestação.



Disjuntor de 440 kV da S.E. Cabreúva

As grandezas são medidas continuamente, sendo adquiridas em intervalos programados, ou então na ocorrência de eventos, pelas unidades de aquisição de dados instaladas nas proximidades dos equipamentos. Estas informações são transmitidas para o computador da subestação onde são armazenadas num banco de dados estruturado e colocadas a disposição de operadores locais para leitura e comando de mudança de parâmetros de aquisição por um software supervisor. As informações dos sistemas dedicados de monitoramento também são enviadas diretamente, ou via unidades de aquisição de dados, para o banco de dados do computador da subestação.

O microcomputador arquiva a série histórica das grandezas adquiridas no banco de dados, possibilitando análises do comportamento dos equipamentos monitorados.

Os dados armazenados no computador da subestação são então enviados ao computador central do Sistema. No Escritório Central são coletadas as informações de todas as subestações monitoradas, o que possibilita a imediata obtenção das principais informações dos equipamentos monitorados de cada subestação que integra o sistema.

A comunicação entre os computadores é feita por linha telefônica dedicada, propiciando a qualquer momento a conexão do PC do Escritório Central ao PC de uma determinada subestação, para análise de seus equipamentos.

A análise das grandezas arquivadas no banco de dados torna possível determinar o estado de funcionamento do equipamento e orientar a concessionária para programar a manutenção preventiva do equipamento, possibilitando, eventualmente, mantê-lo em operação por períodos maiores do que o indicado pelo fabricante.

### Arquitetura do Sistema de Monitoramento

As figuras mostram a arquitetura do Sistema e uma tela desenvolvida para transformador trifásico, respectivamente. Para a implementação deste Sistema, diversas empresas fornecedoras de unidades de aquisição de dados, de software supervisor e de sensores estão colaborando tecnicamente e fornecendo equipamentos para os testes.

### Protótipos

Serão construídos e instalados protótipos nas seguintes subestações: Cabreúva (CESP), Campinas-Centro (CPFL), Nordeste (EPTE) e Jaguaré (ELMA); nesta fase, o centro de controle do monitoramento das subestações estará localizado no IEE/USP.

### Economia advinda da implantação do monitoramento dos equipamentos

A economia resultante da aplicação do monitoramento deve ser analisada da seguinte forma:

i) economia resultante da utilização mais racional da equipe de manutenção.

Com a utilização do Sistema de Monitoramento nos equipamentos, as paradas para manutenção preditiva poderão ser programadas em função do acompanhamento do estado do equipamento monitorado, não necessitando de interrupções em função do tempo de utilização especificada pelos fabricantes.

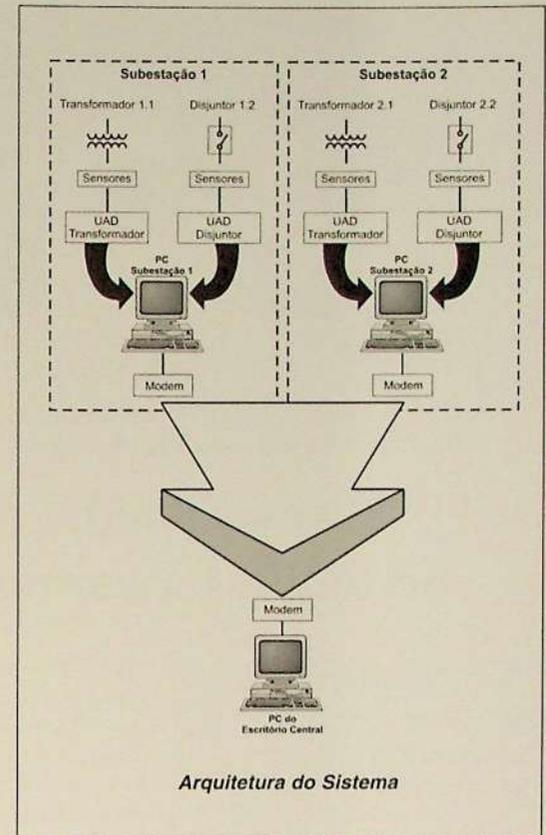
ii) economia resultante do aumento da vida útil do equipamento.

O controle das grandezas permitirá manter o equipamento por mais tempo em uso.

iii) economia resultante da grande diminuição de interrupções bruscas, resultantes de defeitos internos.

O custo de interrupções bruscas envolve dois aspectos: a perda de faturamento e a extensão dos reparos.

O conhecimento do comportamento das grandezas adquiridas servirá para diagnosticar o momento que o equipamento deve ser parado ou removido.



Arquitetura do Sistema

### Programação Futura

As próximas etapas do projeto visam atender aos seguintes objetivos:

- Avaliação operacional do protótipo do Sistema de Monitoramento;
- Avaliação do custo/benefício de Sistemas de Monitoramento abrangentes e dedicados;

- Especificação de Sistemas de Monitoramento;

- Estudo da viabilidade de monitoramento de outros equipamentos de subestação;

- Estudo da viabilidade do uso de outras técnicas de monitoramento, como descargas parciais;

- Aperfeiçoamento do protótipo com o desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico baseadas em Sistemas Especialistas e outras técnicas de inteligência artificial.



Controladores Programáveis da Altus, da série QUARK

## Altus: sistema trará benefícios à comunidade

Fundada em 1982, a Altus é uma das três maiores empresas fabricantes de equipamentos para a automação industrial e controle de processos no Brasil, líder no segmento de Controladores Programáveis com tecnologia própria.

Com sede em Porto Alegre e 160 funcionários, a Altus possui filiais em São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Macaé, Belo Horizonte, Ipatinga, Salvador e subsidiárias na Alemanha, Estados Unidos e Argentina, contando ainda com representantes e distribuidores espalhados pelo Brasil e América do Sul.

Para 1998, as vendas previstas estão na ordem de R\$ 20 milhões, atingindo um crescimento real de 17% em relação à cifra registrada em 1997. A Altus oferece a seus clientes soluções globais, prestando consultoria desde o projeto até a implementação de sistemas e serviços de integração de equipamentos para áreas de manufatura e controle de processos.

Para o Projeto de Monitoramento de Equipamentos de Subestações, a Altus está colaborando com o IEE/USP, fornecendo as Unidades Terminais Remotas (UTRs), para o transformador/comutador, através de Controladores Programáveis da série Quark (foto). Com a implantação destas UTRs será possível supervisionar o processo com o propósito de viabilizar os estudos referentes a monitoração dos equipamentos das subestações.

O monitoramento permitirá avaliar o estado dos equipamentos numa subestação visando, também, a manutenção preventiva e o fornecimento de subsídios para a operação do Sistema. Este Sistema já está pronto para instalação em subestações, devendo a primeira unidade ser inaugurada em Cabreúva (interior de São Paulo).

A Altus sente-se gratificada e orgulhosa em poder participar deste projeto pioneiro, colaborando com esta iniciativa empreendedora de pesquisa e que trará, sem dúvida, benefícios a toda comunidade.

Ricardo Felizzola  
Diretor Executivo



## HBM: universidade e empresa, a parceria ideal

Todas as pessoas envolvidas no universo da tecnologia, identificam nas universidades a melhor fonte de conhecimento e de aptidão natural para a pesquisa.

Nos países mais desenvolvidos, observamos com muita frequência os convênios entre empresas e universidades. As empresas, movidas pela necessidade de se colocarem a frente de seus concorrentes apresentando soluções mais econômicas e de maiores recursos, beneficiam-se da utilização das condições inerentes ao ambiente acadêmico. As universidades, por sua vez, conseguem recursos de ordem financeira que lhes permitem a montagem de avançados laboratórios, ampliando ainda mais os recursos de ensino, e preparando melhor os futuros profissionais para o mercado. É a bola de neve do conhecimento.

### O IEE e o projeto

Com a crescente demanda de energia elétrica em nosso país, começamos a observar os primeiros sinais da necessidade de um cuidado maior com a geração, a transmissão e a distribuição de energia.

A parceria do IEE/USP com a CESP, ELETROPAULO e CPFL visa o monitoramento contínuo dos principais parâmetros de subestações elétricas. A iniciativa deste convênio, trará a estas empresas, em tempo real, informações completas sobre todo o "status" de funcionamento de centenas de subestações no Estado de São Paulo. De posse de tais informações, podem ser evitadas interrupções do fornecimento de energia através de manutenção preditiva, maior conhecimento da dinâmica das subestações e como consequência, melhor qualidade de fornecimento de energia para residências, indústrias e área rural.

A HBM A HOTTINGER B A L D W I N MESSTECHNIK - HBM, com quase 50 anos de mercado,



foi a primeira empresa alemã a receber a certificação ISO 9001. Fabricamos o amplificador de "Strain Gauge" mais preciso do planeta (DMP 40 / 0,0005%) e somos referência de força no PTB (Alemanha), INMETRO, IPT e diversos laboratórios de calibração em todo o mundo.

Produzimos células de carga, acelerômetros, e transdutores de pressão, de deslocamento, de torque e de força, "Strain Gauges", bem como sistemas de amplificação digital, softwares e outros.

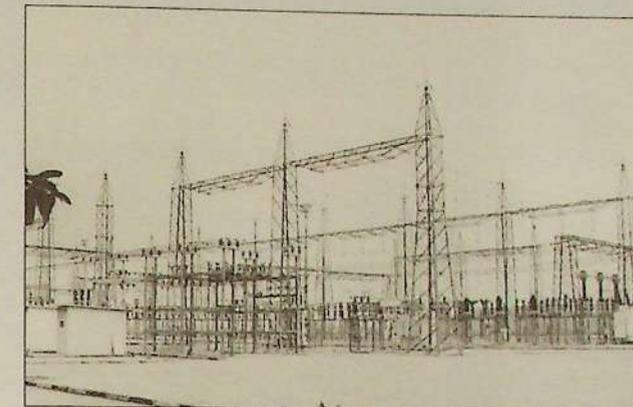
### A HBM no projeto

Com muito orgulho recebemos o convite do IEE para participarmos do desenvolvimento do sistema de monitoramento "on-line", em parceria com a Unicontrol (representante da Motorola). Nosso sistema de amplificação de multicanal denominado "Spider 8" irá receber alguns dos sinais que necessitam tratamento dinâmico permitindo a oscilografia dos mesmos.

Se comparado às "Placas de Aquisição de Dados", destacamos as principais características de nosso sistema: conversor A/D de 16 bits individual por canal (sem multiplexação de sinais); aquisição simultânea de todos os canais (sem diferença de fase); certificação EMC (Compatibilidade Eletromagnética); amplificadores com portadora (maior estabilidade e imunidade a ruído); comunicação com o computador através de interface digital (os sinais analógicos não são enviados ao computador, reconhecida fonte de ruído); filtros digitais e outros.

Nós da HBM reconhecemos neste projeto a possibilidade de contribuir para o desenvolvimento tecnológico do Brasil, em uma de suas maiores potencialidades: o setor de geração e transmissão de energia elétrica.

Ricardo de Vivo  
Gerente HBM - IMT



Vista geral da Subestação Nordeste da EPTA

## Ecil: projeto de monitoramento representa um grande avanço

A Ecil Informática foi honrosamente convidada a participar de um projeto pioneiro de automatização dos processos de manutenção preventiva, coordenados pelo IEE em conjunto com algumas das principais concessionárias de energia elétrica do país, CESP, CPFL e Eletropaulo.

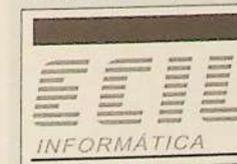
Tal fato, se encarado somente por seu lado técnico, representa um avanço nos atuais sistemas de manutenção preventiva, pois possibilita, através da aquisição de dados e de sua sistematização e análise, prever o comportamento de diversos equipamentos vitais a uma subestação. Ocorre assim uma melhoria na qualidade geral dos serviços prestados aos consumidores, aspecto que vêm sendo constantemente objeto de discussões envolvendo o Congresso e a ANEEL.

A forma com que este processo está sendo encaminhado é exemplo de perfeita integração

entre uma Instituição de Fomento Tecnológico (o IEE), as concessionárias e a indústria, onde cada uma está contribuindo com a sua experiência para a obtenção do sucesso final.

A Ecil Informática está participando com a sua parcela de conhecimento no tocante aos sistemas e equipamentos para aquisição dos dados destas subestações, desenvolvendo softwares e hardwares específicos para este projeto. Utiliza para tanto a experiência adquirida em mais de 69 anos de atuação no mercado industrial e especificamente no campo da automação de subestações de transmissão e de distribuição. Por todos estes fatos, devemos parabenizar esta iniciativa pioneira e agradecer a oportunidade de contribuir como nossa parcela de conhecimento para a melhoria da qualidade do parque energético nacional.

Nelson Luiz de Carvalho Freire  
Diretor Geral do Grupo Ecil  
Ecil Informática Ind. e Com. Ltda



## Toshiba: monitoramento é muito importante

Consideramos o estudo de monitoramento de equipamentos de subestações uma etapa de alta importância para a operação de sistemas elétricos, e acreditamos que causará um grande desenvolvimento nas áreas de projetos, automação e manutenção, bem como no planejamento de sistemas elétricos.

O Sistema de Monitoramento em desenvolvimento evidência principalmente parâmetros fundamentais nos sistemas elétricos, tais como: aumento da confiabilidade dos equipamen-

tos; prolongamento da vida útil dos equipamentos; obtenção de parâmetros reais (medição "on-line") que poderão ser comparados com valores supervisionados, permitindo uma análise mais precisa do estado dos equipamentos; menor intervenção de serviços de manutenção corretiva, podendo realizar manutenções preventivas com planejamentos mais eficiente e redução nos custos de operação e de manutenção.

A Toshiba possui uma grande variedade de equipamentos para utilização em sistemas elétricos de potência, tanto de fabricação nacional como japonesa.

Entre eles podemos destacar: transformadores de potência; reguladores de tensão; autotransformadores; motores; geradores; sistemas de controle; monitor de temperatura eletrônico (Imagem Térmica), relés reguladores de tensão; indicador de posições do comutador sob carga (tipo potenciométrico ou digitalizado); transdutores de temperatura; unidades remotas para aquisição de dados, comunicação e telecontrole; relés de proteção e outros equipamentos e sistemas.

Paulo Roberto Costa da Silva  
Departamento Técnico Seção de Projetos  
de Sistemas de Controles Elétricos

# TOSHIBA

## Siemens: projeto inovador

Como tradicional fabricante de equipamentos elétricos, mundialmente reconhecida como empresa inovadora e com forte atuação no desenvolvimento de novas tecnologias, a Siemens foi convidada a participar do projeto, também inovador, de monitoramento de equipamentos de subestações de alta tensão.

Os trabalhos, viabilizados por meio de um convênio entre o IEE/USP e as três maiores concessionárias de energia elétrica do Estado de São Paulo, tiveram início em meados de 1996 e con-

taram com a colaboração de diversos fabricantes de equipamentos e sistemas da área eletroeletrônica.

A Siemens, através de sua área de fabricação de disjuntores de alta tensão isolados a gás (hexafluoreto de enxofre), em São Paulo, teve oportunidade de contribuir direta e indiretamente com a execução dos trabalhos e estudos, uma vez que parte das atividades está relacionada com o monitoramento de um disjuntor de nossa fabricação na tensão de 145 kV, instalado em uma subestação na cidade de

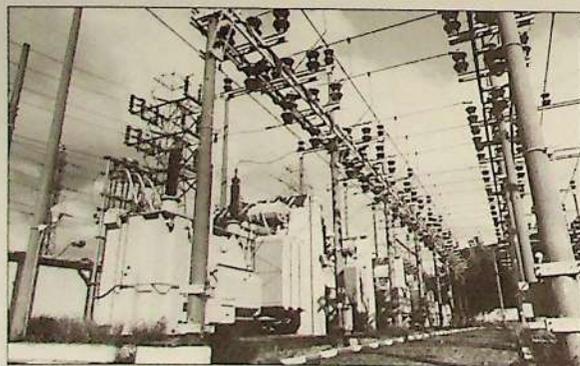
Campinas, São Paulo.

Neste caso, o monitoramento consiste em obter continuamente, através de sensores, informações sobre as pressões de óleo e de gás SF<sub>6</sub>, bem como o registro do percurso dos contatos do disjuntor durante operações de fechamento e abertura. Além de informações de detalhes do projeto do equipamento, foram também fornecidas conexões especiais para a instalação dos sensores.

Os resultados destes estudos certamente trarão informações importantes sobre o monitoramento dos equipamentos da subestação, visando a manutenção preventiva e subsídios para melhorias na operação dos sistemas elétricos.

A Siemens agradece a oportunidade de poder dar sua contribuição e manifesta o desejo de continuar participando ativamente deste projeto.

# SIEMENS



Estação do Butantã da Eletropaulo

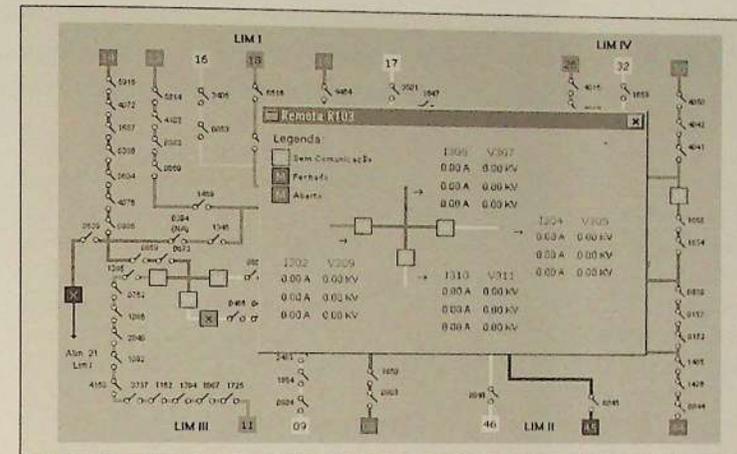
Jorge Maruta

## Elipse: Sistema de Monitoramento de Subestações também reduz custos

Para a Elipse Software, empresa com tecnologia 100% nacional voltada para o desenvolvimento e aplicação de programas em sistemas de automação, o Projeto de Monitoramento de Subestações representará um grande avanço para as concessionárias, que passarão a ter sistemas de controle mais confiáveis, aliados à diminuição dos custos de manutenção.

O projeto é de extremo interesse para a empresa, pois a parceria formada com o IEE/USP permitiu o desenvolvimento e adaptação de ferramentas de software específicas para a área elétrica.

A empresa foi responsável pelo suporte para implantar a ferramenta de supervisão Elipse Windows e o desenvolvimento de outros programas auxiliares destinados à captação e transmissão das informações. Dentre eles estão os "drivers" de comunicação com as UTR's (Unidades Terminais Remotas), que são os equipamentos que coletam os dados através dos transdutores de sinais instalados na subestação, além do desenvolvimento de uma tecnologia que permite adaptar um computador tipo PC para coletar os dados de oscilografias dos disjuntores.



Exemplo de tela de supervisão criada com o Elipse Windows

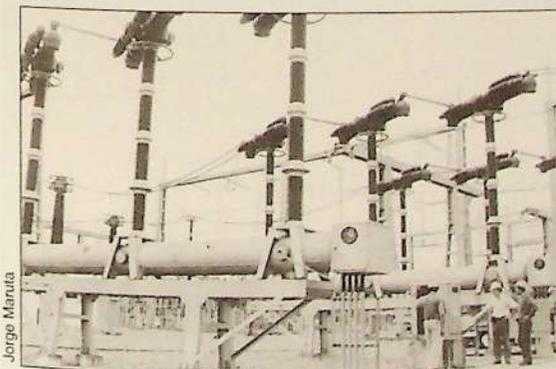
Os dados provenientes desses dois tipos de equipamentos são então transmitidos para o software Elipse Windows Pro, numa plataforma Microsoft Windows NT, que faz o tratamento básico da informação e a repassa para o Banco de Dados Microsoft SQL Server, para posterior análise.

No caso dos "drivers" de comunicação com as UTR's, além de incluir os comandos de escrita e leitura previstos

no protocolo do equipamento, foi desenvolvido um método de coleta de informações históricas que inclui, além dos dados, o instante exato, com precisão de 1 milissegundo, em que os eventos ocorreram. Tais informações, no momento em que são recebidas pelo software Elipse, são checadas quanto à ordenação cronológica e os arquivos de gravação são reordenados de modo a garantir a seqüência dos dados no tempo.

A Elipse é uma empresa brasileira dedicada aos desenvolvimento de software de supervisão e controle de processos (SCADA). Seu principal produto, hoje, é o Elipse Windows, para plataformas 16 (Win3.11) e 32 bits (Win95 ou NT), uma ferramenta completa, capaz de administrar processos de qualquer natureza, envolvendo comunicação e manipulação de dados de equipamentos remotos além do Elipse Watcher, dedicado à aquisição de imagens em tempo real e transmissão via Internet.

# elipse software



Disjuntores  
da subestação  
de Cabreúva,  
em São Paulo

Jorge Maruta

Ricardo Haetinger  
Diretor Geral Elipse

ABB  
ABB

## ABB: Sistema de Monitoramento é um projeto moderno

Há vários anos a Asea Brown Boveri - ABB vêm desenvolvendo uma abordagem de sistemas, destinados a auxiliar a operação e manutenção de equipamentos de subestações.

Esta abordagem baseia-se na aplicação de técnicas para diagnósticos e manutenção "on-line" e "off-line". Está-se empregando um esforço significativo em desenvolver uma manutenção orientada à confiabilidade (reliability-centered maintenance) na operação de equipamentos de subestações.

Esta técnica baseia-se no monitoramento de parâmetros críticos dos equipamentos, e diagnósticos para

identificar quando a manutenção é necessária, e também detectar falhas incipientes antes que se produzam danos de monta.

O projeto desenvolvido pelo IEE/USP e concessionárias de energia (CESP, CPFL e ELETROPAULO), com a participação de fabricantes, é um projeto moderno que visa principalmente avaliar a capacitação técnica local e o domínio tecnológico do estado de arte em monitoramento, e a integração entre os diversos equipamentos, fornecendo o sistema de monitoramento em questão.

A ABB pode fornecer para o projeto: suporte técnico; infor-

mações sobre o estado da arte em monitoramento; equipamentos como o relé CMU e dados sobre os equipamentos, como disjuntores e transformadores.

Os equipamentos que a ABB produz são: relés CMU - monitoramento de disjuntores e transformadores; Safeguard - Sistema de monitoramento para sistemas de média tensão; sistemas completos de supervisão e monitoramento de S.E. (MicroScada); e relé de proteção, medição e controle REF 54x.

Martin Klettenhofer  
Asea Brown Boveri Ltda.

## Qualitrol: projeto chegou no momento certo



A Qualitrol projeta, desenvolve e fabrica instrumentos e sistemas de monitoramento para transformadores de potência e de distribuição.

O Projeto Monitoramento de Subestações do qual a Qualitrol participa desde seu início, vem sendo sabiamente conduzido pelo IEE da USP, pois atende aos interesses das concessionárias de energia elétrica de São Paulo (CESP, CPFL e ELETROPAULO), e conta com a participação ativa dos principais fornecedores de equipamentos do Brasil e de outros países, interessados em apresentar o que existe de mais moderno e tecnologicamente avançado em sistemas de monitoramento para sistemas de energia elétrica, permitindo rápidas decisões nos momentos críticos.

Esta situação está bastante visível com os recentes "black out" em várias cidades brasileiras. Neste contexto, este projeto vem no momento certo, para contribuir com a solução destes problemas, servindo de exemplo a ser seguido por outras concessionárias de energia elétrica do Brasil.

A Qualitrol, líder mundial em fornecimento de instrumen-

tação para transformadores de potência e distribuição, está participando do projeto de monitoramento de subestações sob a coordenação do IEE/USP, fornecendo os seguintes equipamentos para transformadores de potência do projeto: o Termômetro Eletrônico de Temperatura ETM 109, o Monitor Diferencial de Temperatura DTM 110 e o Monitor Eletrônico de Nível do Óleo ELM 039, o relé RTD PT 100 magnético (não intrusivo), além de produtos tradicionais na área de dispositivos de proteção. Possui também o Sistema Sentry, de monitoramento local e remoto. Por seu intermédio, são disponibilizadas as informações localmente ou via linha telefônica, transmitindo-as para um centro de operações remota.

No Brasil, a Qualitrol, empresa do Grupo Danaher Corporation (norte-americana), é representada pela Veeder-Root do Brasil, outra empresa do mesmo grupo.

Daniel Lassner  
Presidente Veeder-Root do Brasil

## Energizado o primeiro protótipo do Sistema de Monitoramento

No dia 26 de maio de 1998, foi energizado o protótipo do Sistema de Monitoramento instalado na Subestação Cabreúva, da CESP. Na ocasião, engenheiros da concessionária se manifestaram a respeito. Transcrevemos seus comentários nesta e nas duas páginas seguintes.

### TRANSMISSÃO MAIS CONFIÁVEL

Antonio Manuel Corvo  
Gerente do Departamento  
de Transmissão da CESP

O Departamento de Transmissão da CESP, há alguns anos, vem buscando alternativas para manter a confiabilidade do sistema e redução dos custos de manutenção.

Conseqüentemente, o projeto de monitoramento dos equipamentos de uma subestação encontrou particular interesse na CESP, que dele espera os seguintes resultados:

#### Maior agilidade de diagnóstico e no reparo do equipamento

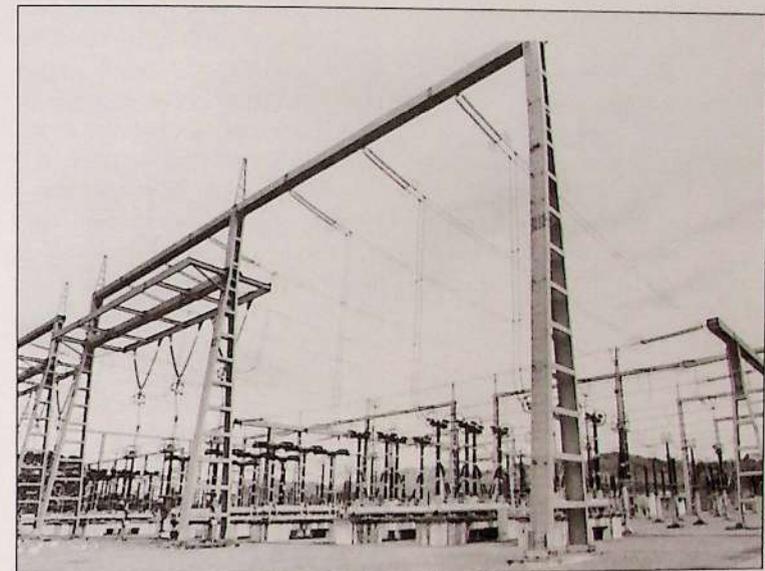
Uma vez que as informações estão "on-line" no sistema, não existirá perda de tempo em obter as informações, podendo ser tomadas decisões adequadas e programada a intervenção.

#### Aumento na vida útil dos equipamentos

Conhecendo com detalhes o estado, as condições de funcionamento, temperaturas e demais informações, poderá ser utilizado o equipamento até o final de vida útil, com toda segurança para o sistema.

#### Aumento na disponibilidade dos equipamentos

Com o aumento de vida e a manu-



Vista geral da subestação de Cabreúva

tenção executada no instante correto, haverá mais disponibilidade do equipamento para o sistema, com conseqüente diminuição das interrupções.

#### Especificações técnicas adequadas para a aquisição ou reparo de equipamentos

Com os resultados do monitoramento, as especificações eliminarão as exigências de superdimensionamento e redundâncias nas aquisições e reparos de equipamentos, bem como auxiliará na avaliação do custo/benefício para se estender aos equipamentos novos e antigos a adoção desta tecnologia.

#### Redução de custos de manutenção e aplicação dos recursos no momento correto

As intervenções de manutenção dos equipamentos programadas por tempo serão minimizadas e o planejamento dos componentes a serem utilizados nas manutenções serão definidos, reduzindo-se os custos de materiais e mão-de-obra.

#### Maior facilidade em conviver com equipamentos em fim de vida útil

Conhecido e monitorado o estado do equipamento, será possível decidir o momento de sua retirada de operação, planejando-se com antecedência sua substituição.

## O TRANSFORMADOR DE FORÇA NO PROJETO DE MONITORAMENTO

José Augusto Siqueira  
Gerente da Divisão de  
Projetos de Linhas de  
Subestações da CESP

Com o início de funcionamento do Sistema de Monitoramento na CESP, inicia-se uma nova era para os equipamentos de subestações e, entre esses, especialmente para os transformadores de potência ou de força.

O transformador de potência é o equipamento mais caro de uma subestação e sua perda ocasiona grandes prejuízos financeiros para a empresa, e transtornos para os consumidores. Por este motivo, a escolha desse equipamento para a instalação do Sistema constitui-se em decisão acertada do Grupo de Monitoramento.

Analisando, ao longo do tempo, os critérios de projeto e construção desses transformadores, observa-se, de um lado, que houve um progresso acentuado na tecnologia de materiais melhorando a qualidade, mas de outro lado, certas reservas antes existentes foram deixadas de lado, influenciando sobretudo no comportamento desse equipamento quando operado perante sobrecarga ou até pequenos impactos durante o transporte.

Ao mesmo tempo, as concessionárias tiveram de atender as novas exigências dos consumidores, que

necessitavam de energia elétrica com qualidade cada vez mais elevada, e com interrupções cada vez menos frequentes, além de, pelo fato de a energia elétrica ter sido a locomotiva do desenvolvimento do país, ter que fornecê-la a preços cada vez mais baixos.

Paralelamente, levando em consideração a época de aquisição dos transformadores, a redução das reservas e a melhor qualidade de energia que é exigida, as concessionárias vem acelerando seus estudos físicos e químicos para detectar os motivos que levam ao envelhecimento desses equipamentos, estudos esses eficazmente apoiados pelos dados obtidos com o Sistema de Monitoramento.

Esse Sistema vem, portanto, coroar esforços no sentido de prolongar a vida dos equipamentos usados e diagnosticar problemas antes que se tomem graves o suficiente para danificar ou até mesmo destruir o equipamento. Além disso, possibilitam obter economia com a manutenção dos equipamentos, aplicando a técnica preditiva "on-line" e possibilitando a operação mais segura do sistema elétrico.

## A IMPORTÂNCIA DA PARCERIA

Edward Robert Schuch  
Gerente do Departamento de  
Projetos e Tecnologia da CESP

Na sociedade atual, que podemos denominar de sociedade orientada pela informação, a tecnologia vem ocupando destaque cada vez maior, ficando os produtos, mesmos os de informática, relegados ao papel de "comodities". Se olharmos para os países industrializados, podemos ver que eles não se importam em "exportar" as suas fábricas, porém, retêm a tecnologia, pois já se sabe que ela é de valor inestimável para a sobrevivência de uma empresa.

Foi-se o tempo em que a atividade comercial era composta simplesmente de fornecedores, compradores e competidores. Com a globalização da economia, a palavra parceria vem sendo cada vez mais utilizada, e as relações de negócio entre empresas vem tomando aspectos mais amigáveis.

O convênio IEE/USP, CESP, CPFL e ELETROPAULO engloba, além do projeto de monitoramento, o de compactação de subestações. Em ambos os projetos foi implementado o sistema de parceria com a indústria e os resultados positivos obtidos nos fazem concluir que essa modalidade de relação entre as partes pode render grandes dividendos para os envolvidos.

Acreditamos que esse sistema de execução de projeto por parceria, quer englobando a indústria ou não, deva ser sempre considerado quando houver necessidade de desenvolver assuntos complexos, e que requeiram envolvimento de pessoas de diversas áreas.

## O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE MONITORAMENTO

Manabu Asano / CESP  
Coordenador do  
Projeto pelas  
Concessionárias

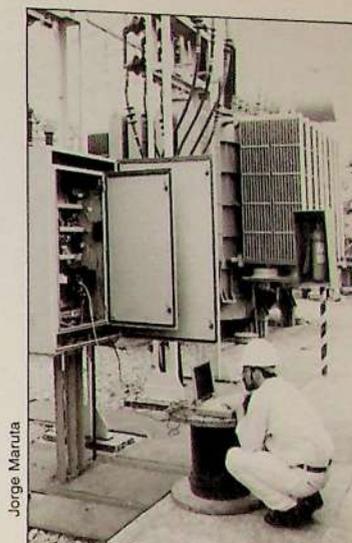
O projeto do Sistema de Monitoramento surgiu do intuito de tornar realidade a implantação de um sistema que pudesse partir do estágio de conhecimento da manutenção preventiva periódica e preditiva "off-line", nas quais as concessionárias de energia CESP, CPFL e Eletropaulo já haviam acumulado grande conhecimento, e chegar a um sistema que possibilitasse a aplicação do conceito de manutenção preventiva preditiva, ou seja, determinar o momento de manutenção através de medições de parâmetros elétricos, mecânicos, térmicos etc. (tensões, correntes, sinais eletromagnéticos, temperatura, posição, volume, movimento, vibração, presença de gases e outros).

No decorrer do trabalho, concluiu-se que, para chegar a um bom resultado dentro de um prazo razoável, era conveniente uma integração com as indústrias fornecedoras de sistemas de automação, equipamentos elétricos, sensores e de "hardware". O tempo

mostrou a importância dessa sinergia, comprovando na prática os bons resultados dessa atuação em parceria.

Particularmente para as indústrias e integradores de sistemas, essa parceria apresenta como vantagem o acompanhamento do projeto e o conhecimento prévio de um novo sistema que, dentro de pouco tempo, deve se tornar um "must" entre as empresas concessionárias de energia, bem como em outras atividades industriais.

Na procura pela melhor solução, sentimo-nos tentados, por diversas vezes, em partir para o desenvolvimento de um sistema complexo, com uso extensivo de softwares especializadas. Porém após várias reflexões, concluímos que, por ser um sistema novo, era necessário tomarmos precauções para não acabarmos tentando resolver problemas sem ainda termos certeza da exatidão dos valores de "input". Nas viagens feitas aos Estados Unidos, Canadá, Japão, Alemanha, França, Suíça e Itália, verificou-se que



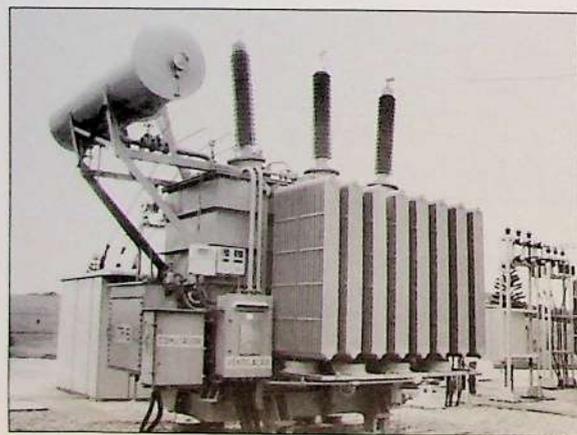
Jorge Maruia

Instalando o Sistema de Monitoramento na S.E.- Cabreúva

se devem aplicar, sempre que possível, soluções convencionais para resolver questões de tão grande importância e que o Sistema Especialista deve ser deixado para os casos em que não se podem aplicar essas soluções.

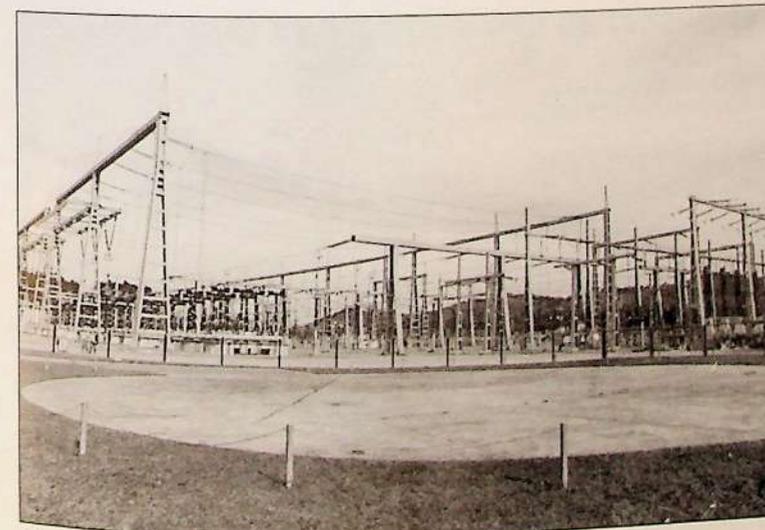
Atualmente, o Sistema de Monitoramento está configurado quase na sua totalidade em nossa mente e nos permite fazer projeções seguras do trabalho que temos pela frente. É com orgulho que estamos energizando hoje uma parte do Sistema de Monitoramento de um transformador de potência na SE Cabreúva, que é o início de uma implantação mais abrangente, e que engloba também os disjuntores.

Para finalizar, gostaria de enaltecer a dedicação da equipe do IEE/USP, do que resultou um excelente trabalho e agradecer aos diretores e gerentes das concessionárias e demais empresas por terem enviado seus funcionários para participar e contribuir para a consecução do projeto. Sem a ajuda deles não teríamos chegado onde chegamos.



Transformador com o Sistema de Monitoramento instalado na subestação de Cabreúva, em São Paulo

Jorge Maruia



Vista geral da S.E. Cabreúva da CESP



### Rei Carl XVI Gustav visita a USP e conhece o Projeto de Monitoramento de Subestações do IEE

Por ocasião da recente visita do Rei Carl XVI Gustav da Suécia, ao Brasil, (o segundo da esquerda para a direita), a sua comitiva, formada por assessores e dos presidentes das principais empresas sucucas, visitou a Universidade de São Paulo (USP). Especial interesse despertou o Projeto de Monitoramento de Subestações do Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE, pela sua originalidade e importância no setor da energia elétrica.



#### CRENCIADOS

### Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO

#### Serviço Técnico de Metrologia Elétrica (Certificado de Credenciamento na RBC N° 014)

- ▶ Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão
  - ▶ Determinação da resistência de resistores-padrão
  - ▶ Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc.
  - ▶ Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).
- Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL - 011/86)

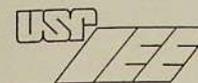
- ▶ Certificação de Conformidade de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão. Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

#### Seção Técnica de Fotometria (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL-039/91)

- ▶ Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).
  - ▶ Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).
  - ▶ Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).
  - ▶ Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).
- Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos**

#### (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL 062)

- ▶ Ensaios em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).
- ▶ Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).
- ▶ Ensaios em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).
- ▶ Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. N° 95LS61PR00X).
- ▶ Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. N° 95LS64PR00X).
- ▶ Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. N° 95LS65PR00X).
- ▶ Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. N° 95LS66PR00X).



### UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA

#### ORGANISMO DE CERTIFICAÇÃO CRENCIADO OCP NÚMERO 0011

#### LISTA DE PRODUTOS CERTIFICADOS

##### Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas:

1) Produto: **SEARCH OPTIMA INFRARED POINT DETECTOR**  
 Número do Certificado: 98EC02CP01  
 Emissão: 19/02/98 Validade: Não expira  
 Fabricante: ZELLWEGER ANALYTICS LTD.  
 Hatch Pond House - 4 Stinsford  
 Road - Nuffield Estate  
 Poole, Dorset BH17 0RZ - England  
 Representante: IME Instrumentos de Medição Ltda.  
 Rua Havaí, 572  
 São Paulo - SP  
 Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

2) Produto: **TRANSMISSOR DE PRESSÃO Série 600T** -  
 Modelos: 611, 613, 621, 631, 623, 633, 641, 643.  
 Número do Certificado: 98EC02CP02  
 Emissão: 08/05/98 Validade: Não expira  
 Fabricante: ABB Kent Taylor spa.  
 Via Statale, 113  
 Lenno (Como) - Italia  
 Representante: Asea Brown Boveri Ltda.  
 Av. dos Autonomistas, 1496  
 Osasco - SP  
 Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

3) Produto: **TRANSMISSOR DE PRESSÃO Série 600T** -  
 Modelos: 614, 624.  
 Número do Certificado: 98EC02CP03  
 Emissão: 08/05/98 Validade: Não expira  
 Fabricante: ABB Kent Taylor spa.  
 Via Statale, 113 - Lenno (Como) - Italia  
 Representante: Asea Brown Boveri Ltda.  
 Av. dos Autonomistas, 1496  
 Osasco - SP  
 Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

4) Produto: **TRANSMISSOR DE PRESSÃO Série 600T** -  
 Modelo: 622.  
 Número do Certificado: 98EC02CP04 Emissão: 8/5/98

Validade: Não expira  
 Fabricante: ABB Kent Taylor spa.  
 Via Statale, 113 -  
 Lenno (Como) - Italia  
 Representante: Asea Brown Boveri Ltda.  
 Av. dos Autonomistas, 1496  
 Osasco - SP  
 Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

5) Produto: **TRANSMISSOR DE TEMPERATURA - Série 600T** -  
 Modelo: 653.  
 Número do Certificado: 98EC02CP05 Emissão: 8/5/98  
 Validade: Não expira  
 Fabricante: ABB Kent Taylor spa.  
 Via Statale, 113 -  
 Lenno (Como) - Italia  
 Representante: Asea Brown Boveri Ltda.  
 Av. dos Autonomistas, 1496  
 Osasco - SP

Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

6) Produto: **CABEÇOTE À PROVA DE EXPLOÇÃO** -  
 Modelos: CEA 21/21 E CEA 27/27.  
 Número do Certificado: 98EC02CP06U  
 Emissão: 08/05/98 Validade: Não expira  
 Fabricante: Ecil S.A. Produtos, Sistemas de Medição e Controle.  
 Rua Benjamin da Silveira Baldy, 2001  
 Piedade - SP

Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

7) Produto: **VANTAGE POINT IR DETECTOR**  
 Número do Certificado: 98EC02CP07X  
 Emissão: 8/5/98 Validade: Não expira  
 Fabricante: MSA (Britain) Limited.  
 East Shawhead, Coatbridge -  
 ML5 4TDA - Scotland - UK  
 Representante: MSA do Brasil Equipamentos  
 e Instrumentos de Segurança Ltda.  
 Av. Roberto Gordon, 138  
 Diadema - SP

Norma(s) Aplicável(eis):  
 NBR 9518/97 - Requisitos gerais  
 NBR 5363/95 - Invólucros à prova de explosão -  
 Tipo de proteção 'd'.

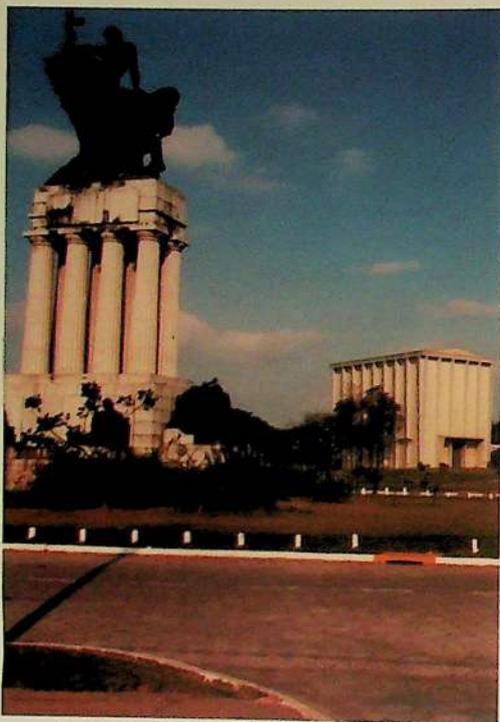
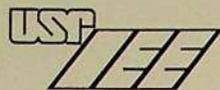


Foto: George Unterman

Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>

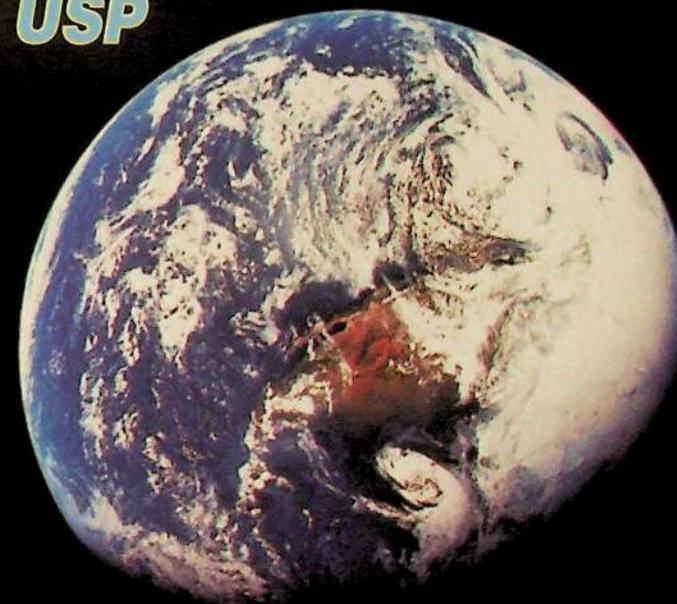
# IEE em REVISTA

DE 1972 - 2004

Orgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano IV - nº 4 - 1998

## ENTREVISTA: Hector Francisco Terenzi

### A ENERGIA DA USP



**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Engº Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
2. **Máquinas Elétricas**  
Engº Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
3. **Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
4. **Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
5. **Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
6. **Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
2. **Radiagnósticos**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quim. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência**  
Engº Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
6. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição**  
Engº Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos**  
Engº Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração**  
Engº Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera/Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983

3  
EDITORIAL  
OS DESAFIOS DOS CURSOS INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO

4  
ENTREVISTA  
PROFESSOR DR. HECTOR FRANCISCO TEREZI

5  
PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

7  
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

9  
O PIPGE E A CRIAÇÃO DE UM CENTRO DE REFERÊNCIA

10  
BIOMASSA, MODERNA FONTE DE ENERGIA

12  
SBPE TEM NOVA DIRETORIA E REALIZA CONGRESSO

13  
PROGRAMA DE BOLSAS DO IEE AMPLIA CAPACITAÇÃO

15  
SERVIÇOS CREDENCIADOS NA RBC E RBLE DO INMETRO



**Energia solar:  
fonte inesgotável**

Criação capa: Algeo B. Cairolli

**EDITORIAL**



**Murilo Fagá**  
Coordenador do Programa  
Interunidades de Pós-Graduação em Energia

**Os desafios dos Cursos Interunidades de Pós-Graduação**

Em meados da década de 70, surgiram a âmbito internacional os primeiros esforços acadêmicos na criação de cursos de pós-graduação relacionados com as questões da energia e do meio ambiente, contribuindo para que o uso racional e eficiente dos recursos energéticos e a busca de menores conseqüências sobre o meio ambiente respondessem a uma das necessidades prioritárias da sociedade.

A importância estratégica de desenvolver novas áreas, em especial a de energia, levou a USP, durante a gestão, como reitor, do professor José Goldemberg, em 1988, a criar o Curso Interunidades de Pós-Graduação em Energia, com o desafio de estudar as questões energéticas, tendo como ferramenta de análise a utilização de conceitos oriundos de diferentes áreas do conhecimento.

Iniciando suas atividades em 1989, o curso representa atualmente um dos mais bem-sucedidos Programas Interunidades da USP, com uma produção de mais de 50 dissertações de mestrado. Essas contribuíram para a definição de estratégias de planejamento, na análise técnica e econômica de projetos, na avaliação econômica e institucional de sistemas energéticos, no desenvolvimento de novas tecnologias e nos impactos ambientais inerentes à produção de energia.

A reestruturação do setor energético nacional, através da reforma da Constituição, da nova lei das concessões regulamentando o artigo 175 da Consti-

tuição e do novo ordenamento legal para a indústria do petróleo, promoveu, a meu ver e sem discutir o mérito, profundas e rápidas transformações em relação ao objetivo da retirada do Estado das funções empresariais. Porém, por outro lado, é superficial e lenta em relação ao novo papel do Estado de promover a regulamentação do setor, através de um conjunto de leis e organismos de controle administrativos que deveria definir, em resumo, o funcionamento do mercado.

Na ausência de uma tradição reguladora no país e na atual realidade do setor, é imprescindível que as agências nacionais ANEEL (energia elétrica) e ANP (petróleo) demandem técnicos qualificados, com formação interdisciplinar na área energética. Isso não somente para compor seus quadros de funcionários mas, sobretudo, na identificação de equipes dentro das universidades que se constituirão em consultores independentes. A função desses consultores será a de fornecer subsídios e exercer o papel de liderança na formação e reciclagem de recursos humanos.

Uma primeira iniciativa efetiva do governo para consolidar a participação das universidades neste processo é a de promover a criação, com o apoio da Secretaria de Energia do Ministério de Minas e Energia e da ANEEL, de Centros de Excelência em Regulação de Mercado (CERMEs), com dois objetivos básicos: formar recursos humanos e assessorar os órgãos de regulação.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - **Reitor da USP:** Jacques Marcovitch - **Diretoria do IEE/USP:** Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - **Comissão de Divulgação:** Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - **Consultor e Coordenador Editorial:** Walfredo Schmidt - **Jornalista Responsável:** Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação/Editoração Eletrônica:** Liber Comunicação Ltda. - (Telefones.: 495-7180 / 9996-31-55)

## Universidade de Pesquisa e Tecnologia: um novo conceito de pesquisa

O Professor Dr. Hector Francisco Terenzi, Pró-Reitor de Pós-Graduação da USP, comenta as atividades de pesquisa, na interface entre a universidade e a área empresarial

Inicialmente, gostaria de agradecer a IEE em Revista pela oportunidade de tomar contato com seus leitores, através desta breve entrevista. Digo breve porque há apenas dois meses desempenho a função de Pró-Reitor de Pós-Graduação, por indicação do Magnífico Reitor da USP, Prof. Dr. Jacques Marcovitch, que foi homologada no mês de abril pelo Colendo Conselho Universitário. É realmente uma tarefa fascinante e complexa, e que tem me permitido apreciar o quanto a nossa Universidade é diversa e rica em talentos e iniciativas. Nessa etapa inicial, nossa preocupação tem sido conhecer e discutir longamente com os responsáveis dos Cursos essas iniciativas e reflexões.

**IEE em Revista:** No Editorial da revista do IEE, em sua última edição, o professor Marcovitch menciona algumas dificuldades de entrosamento entre a pesquisa universitária e as necessidades industriais. Nesse sentido, qual a orientação que a pós-graduação da USP pretende trilhar, para que as pesquisas em nível de pós-graduação possam superar essas dificuldades?

**Prof. Dr. Terenzi:** O professor Jacques Marcovitch destaca no editorial que a Universidade deve conjugar objetivos comuns junto ao setor produtivo, visando atender as necessidades da sociedade. Embora seja essa uma tarefa importantíssima, absolutamente indispensável para a sobrevivência de nosso país, ela não é uma tarefa fácil, porque demanda uma ação constante, paciente e sistemática em duas frentes: a do setor empresarial, para desfazer a visão de irreidade as-

sociada à pesquisa acadêmica, e a dos pesquisadores da comunidade acadêmica, que olham para a pesquisa dita "aplicada" como uma atividade imediatista. Há algum fundamento para a existência desses preconceitos. É verdade que, dadas as peculiaridades da pesquisa realizada por iniciativa de empresas e fora da Universidade, muitas vezes a exigência de resultados imediatos pode bloquear o aprofundamento necessário do conhecimento. Também os interesses de controle e expansão de mercado freqüentemente dificultam o desenvolvimento de uma linha de pesquisa ou levam a negligenciar os aspectos sociais ou ambientais. Não é menos verdade que o objeto principal da pesquisa acadêmica tem sido, e ainda é, a procura do conhecimento em si mesmo, despojado de propósitos imediatos.

Mas o que nos interessa não é somente aparar arestas, ou desfazer mal-entendidos na procura de viabilizar a interação entre a academia e a empresa. O que importa realmente é criar um tipo de interface entre a pesquisa tecnológica e a pesquisa básica, onde exista um novo conceito, qualitativamente diferente. É o caso da Universidade de Pesquisa e Tecnologia, onde ambas atividades sejam executadas simultaneamente, em estreita inter-relação. Acredito que, através dessa influência mútua, a comunidade acadêmica e a área empresarial ganharão em criatividade e atingirão uma nova dimensão intelectual, transformando-se mutuamente.

Na USP já temos propostas que visam a catalisar essa fusão. Em 1995, a CEPES elaborou um documento (por sinal com a participação do professor Jacques Marcovitch), que



Prof. Dr. Hector Francisco Terenzi

definia as diretrizes de uma nova forma de pós-graduação "strictu sensu", voltada mais diretamente para atender as demandas da sociedade e o mercado de trabalho. É o chamado "Mestre Profissional", que visa a formação de profissionais com perfil de especialização diferente do modelo tradicional ou acadêmico. A idéia, no documento da CAPES, é "formar profissionais criadores, capazes de desenvolver novas técnicas e processos, tendo em vista a expansão da indústria brasileira e as necessidades de desenvolvimento nacional em todos os setores". Essa é uma necessidade das empresas modernas, que empregam tecnologia sofisticada e portanto devem aprimorar seu padrão de desempenho, aumentar sua competitividade e, essencialmente, sobreviver ao processo de globalização. Esses novos cursos têm características que os diferenciam dos cursos tradicionais, a interdisciplinaridade, a flexibilidade para formar os novos tipos de profissionais que o mercado demanda, a existência de esquemas de parceria entre a Universidade e as agências governamentais e não-governamentais, indústrias e empresas públicas e privadas. Contam ainda com a participação, no corpo docente, de profissionais de qualificação destacada, que não se dedicam em tempo integral às atividades acadêmicas.

Uma outra característica que diferencia esses cursos dos tradicionais é que deverão contar com financiamento próprio, derivado de iniciativas de convênios ou patrocínio de entidades não-universitárias. Evidentemente, cursos dessa natureza não vão deixar de atender as exigências, em termos de qualidade, originalidade e criatividade que são características do ensino superior. Não podemos esquecer que a USP é fundamentalmente uma Universidade de Pesquisa, o que significa que sua missão é não apenas a transmissão dos conhecimentos, mas também propiciar o avanço dos conhecimentos através da pesquisa.

**IEE em Revista:** A execução de Programas Interdisciplinares (ou pluridisciplinares) tem sido uma das características que envolveram o IEE/USP. Qual a opinião desta Pró-Reitoria a respeito e quais os planos nessa área?

**Prof. Dr. Terenzi:** A execução de programas interdisciplinares será uma

**"A execução de programas interdisciplinares será uma das tendências marcantes da ciência e da tecnologia no próximo milênio"**

das tendências marcantes da ciência e da tecnologia do próximo milênio, que deverá se refletir nos programas de pós-graduação. Daremos todo apoio a iniciativas dessa natureza.

**IEE em Revista:** Quais os novos projetos da Universidade em termos de difusão do conhecimento relativo à energia? E qual o papel do Programa de Pós-Graduação nesses projetos?

**Prof. Dr. Terenzi:** Além da pós-graduação em Energia, outros programas interdisciplinares tratam de assuntos relacionados a energia. Por exemplo, os Cursos de Ciência Ambiental, Biotecnologia, Ciência e Engenharia de Materiais e outros.

## Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia

O Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, PIPGE-USP, foi criado com o objetivo de formar profissionais de alto nível, voltados às questões da energia (sua disponibilidade, seus usos, seus impactos e sua organização institucional).

Neste contexto, o Programa propõe-se a formar estudantes de pós-graduação nos níveis de mestrado e doutorado, bem como oferecer cursos de extensão e serviços especializados à comunidade universitária e interessados externos à universidade, tais como empresas, órgãos governamentais e organizações não-governamentais.

As atividades do PIPGE-USP tiveram início no primeiro semestre de 1989, com um curso de formação em energia no nível de mestrado. A partir do segundo semestre de 1993, o Programa estendeu as suas atividades de formação ao nível de doutorado. Estas atividades caracterizam-se por um esforço interdisci-

plinar de quatro unidades líderes da Universidade de São Paulo: o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE), o Instituto de Física (IFUSP), a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) e a Escola Politécnica (EPUSP). Estas quatro instituições compartilham a responsabilidade pelo funcionamento do Programa, cabendo ao IEE, através da sua Divisão de Energia, a responsabilidade pela gestão acadêmica, administrativa e financeira.

Tendo desenvolvido uma longa tradição de trabalho interdisciplinar, o PIPGE-USP tem estreitos laços de cooperação com outras unidades e outros programas da USP, bem como com outras instituições de pesquisa brasileiras e estrangeiras. O Programa mantém relações estreitas com as principais empresas energéticas brasileiras, sendo que muitos de seus estudantes do presente e do passado ocupam atualmente importantes postos de gerência

**IEE em Revista:** A área energética está vivendo uma gradativa e contínua privatização. Com isso, a abertura do mercado para o capital privado. Qual seria a influência desse processo no Programa de Pós-Graduação em Energia da USP?

**Prof. Dr. Terenzi:** Essa é uma pergunta interessante. Mas não gostaria de adiantar uma opinião sem antes conhecer a visão dos responsáveis pelo Programa em Energia, a respeito desse assunto.

**IEE em Revista:** Dentro da visão da Pró-Reitoria, quais são as áreas de pós-graduação que deverão ter uma atividade mais intensa nos próximos anos?

**Prof. Dr. Terenzi:** O desejável seria que as tendências do ensino superior de Pós-Graduação acompanhassem a evolução do conhecimento científico e tecnológico. Nesse contexto, imagino que áreas como informática, meio ambiente e biotecnologia em geral continuarão a ter uma atividade intensa nos próximos anos.

nestas empresas.

O PIPGE-USP também está em plena sintonia com o espírito do Mercosul e de integração econômica, cultural e científica da América Latina. Todo ano o programa recebe cinco novos estudantes provenientes dos mais diversos países latino-americanos e patrocinados pela International Energy Initiative, associada à Fundação Rockefeller. Assim, a cada período letivo, pelo menos dez estudantes de origem latino-americana desenvolvem pesquisas no nível de mestrado com o apoio de docentes do Programa. Ao regressarem aos seus respectivos países, tais profissionais encontram ótimas oportunidades de trabalho na indústria energética, comprovando a adequação de nosso Programa às necessidades e à realidade latino-americana.

Em seus quase dez anos de existência, o PIPGE-USP já forneceu amplas contribuições à ciência e à indústria energética brasileira. Já foram registradas mais de 50 teses de mestrado defendidas (ver encarte nesta edição).

Esses trabalhos cobrem os vários setores da energia e as suas mais diversas

problemáticas, incluindo aspectos econômicos e tecnológicos da energia, estudos de impactos ambientais, a modelagem de sistemas, e os seus aspectos institucionais e políticos.

Em particular, a evolução do PIPGE-USP se insere de maneira marcante no contexto do desenvolvimento energético do Estado de São Paulo, a sua principal área de influência. Inicialmente, o PIPGE-USP desenvolveu uma forte competência nos domínios da energia elétrica, da energia solar, da biomassa e da conservação de energia, os quais constituíram os vetores primordiais da estratégia energética estadual. Recentemente, o Programa decidiu se lançar em um amplo processo de diversificação de competências.

Dadas as transformações profundas que estão ocorrendo na indústria energética brasileira e paulista, o PIPGE-USP decidiu dinamizar significativamente a sua participação em outras áreas da energia.

#### Infra-estrutura do programa

Sendo caracterizado por um esforço interdisciplinar das quatro unidades líderes da Universidade de São Paulo já mencionadas, o PIPGE conta com a infra-estrutura física e humana dessas quatro grandes instituições, as quais constituem centros de excelência amplamente reconhecidos ao nível internacional em seus respectivos domínios.

Assim, a situação do Programa, em termos de acesso a laboratórios, a recursos de informática e a informações bibliográficas é bastante privilegiada. Os seus estudantes podem usufruir tanto dos recursos próprios do Programa, os quais se localizam no IEE, dentro do campus universitário da USP, como daqueles oferecidos pelas quatro instituições mencionadas. O Programa conta com microcomputadores e periféricos modernos, ligados em rede (interna e externa) e aos computadores centrais da Universidade. A biblioteca do IEE está equipada com um acervo atualizado de periódicos e livros na área de energia, encontrando-se aberta para o público em geral.

#### Linhas de pesquisas

O Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo tem o objetivo de estimular a pesquisa nas principais áreas relacionadas à questão da energia. Neste



Sede do Programa Interunidades de Pós-Graduação

contexto, o Programa propõe-se a explorar, analisar e avaliar os possíveis sistemas energéticos já existentes, bem como as suas alternativas e as consequências sócio-econômicas e ambientais de sua produção e utilização. São as seguintes as principais linhas de pesquisa do Programa:

#### Planejamento Integrado de Recursos

- Análise de alternativas para satisfação dos requisitos energéticos (serviços energéticos), considerando todas as alternativas de oferta e de racionalização do uso, visando a minimização dos custos e dos impactos ambientais e sociais;

- Análise de uso finais (Base de Dados, Métodos de Levantamento de Informações e Pesquisa de Campo, Tecnologias Convencionais, Tecnologias Eficientes e Estratificação Social);

- Modelos de Análise e Projeção da Demanda de Energia (Métodos Econométricos e Técnico - Econômicos, Prospectivas, etc.);

- Caracterização das Alternativas de Ofertas, Fontes Convencionais e Não-Convencionais, Modelos de Oferta.

#### Aplicação e desenvolvimento nas seguintes áreas:

- Sistemas elétricos interligados;
- Sistema a gás natural;
- Transportes;
- Planejamento local descentralizado.

#### Análise Econômica Institucional de Sistemas Energéticos

- Estruturação institucional de sistemas energéticos;
- Gestão, concessão, regulação, controle e fiscalização de sistemas energéticos;

- Financiamento dos sistemas, oferta e racionalização do uso de energia;

- Integração energética latino-americana;

- Cogeração, produção independente, auto-produção, racionalização de uso e conservação;
- Modelos e sistemas tarifários;
- Viabilidade de sistemas descentralizados (cooperativas, planejamento local, etc.)

#### Fontes Renováveis e Não-Convencionais

- **Biomassa:** Cana de açúcar, álcool carburante, florestas energéticas, carvão vegetal, biodigestão, etc.

- **Energia Solar:** Conversão térmica; Conversão fotovoltaica; (Sistemas fotovoltaicos autônomos, caracterização, viabilidade, dimensionamento e mecanismos de autogestão técnica através de cooperativas de eletrificação fotovoltaica rural. Sistemas fotovoltaicos conectados a rede elétrica, simulação, legislação e regulamentação).

#### Pequenas Centrais Hidroelétricas

#### Outras Fontes de Geração de Energia: Eólica, etc.

#### Energia, Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sociedade

- Análise, avaliação e mitigação dos impactos ambientais, locais, regionais e globais, decorrentes da produção e uso de energia;

- Análise, avaliação e mitigação dos impactos e repercussões sociais relacionadas com o uso e produção de energia.

#### Simulação Energética de Edificações

- Implementação e desenvolvimento de modelos de simulação;
- Desenvolvimento de informação de dados;

- Análise e aplicações.

#### Desenvolvimento e Teste de Hardware

- Solar: Coletores térmicos, módulos e componentes fotovoltaicos;

- Ensaio de lâmpadas;

- Ciclos de absorção

## Sistemas fotovoltaicos

ROBERTO ZILLES - IEE/USP

*Sistemas de alimentação fotovoltaicos podem representar uma solução importante na eletrificação de locais não servidos por rede de distribuição, como ainda frequentemente encontramos no Brasil.*

*Aliado ao uso, vem o treinamento dos usuários para a correta utilização dessa tecnologia. Esse conjunto de fatores vem descrito no que segue, envolvendo também informações sobre as fontes de recursos utilizados.*

Em princípios de 1995 deu-se início, no Programa Interunidade de Pós-Graduação em Energia-IEE/USP, às primeiras atividades relacionadas com as aplicações da energia solar fotovoltaica. Estas atividades estão sendo realizadas com o ânimo de estabelecer um centro de referência para esta tecnologia, que seja capaz de: caracterizar componentes e estabelecer uma normalização mínima; transferir conhecimentos para a indústria de componentes fotovoltaicos; estabelecer mecanismos de implementação de sistemas; promover cursos de treinamento e especialização; e incorporar estudantes de mestrado e doutorado.

Nesse sentido, foi elaborado o projeto "Programa para o Desenvolvimento das Aplicações da Energia Solar

Fotovoltaica", apoiado pela FAPESP. Esse programa abrange, principalmente, os sistemas fotovoltaicos isolados e os conectados à rede elétrica e é composto por linhas de ação que constituem ações objetivas, interdisciplinares e de execução conjunta com o Programa Interunidade de Pós-Graduação em Energia. A seguir apresentamos algumas linhas de ação em execução.

#### Linha de ação: Desenvolvimento e Construção

Essa linha de ação está dividida em três atividades: qualidade e normalização; desenvolvimento e construção; e procedimentos de caracterização.

##### Qualidade e normalização

O objetivo principal dessa atividade é o de definir critérios, de cumprimento obrigatório, que estabeleçam procedimentos aplicáveis a pequenos sistemas fotovoltaicos. Diversas articulações foram efetuadas com o CEPEL/Grupo de Trabalho em Energia Solar e com grupos de pesquisas estrangeiros, tendo como objetivo o compartilhamento de experiências relacionadas com a normalização de pequenos sistemas fotovoltaicos. Os trabalhos realizados com o CEPEL/Grupo de Trabalho em Energia Solar estão direcionados na elaboração de normati-

vas mínimas que enfocam, principalmente, as licitações realizadas pelo Ministério de Minas e Energia em seu Programa para o Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios-PRODEEM. No âmbito da cooperação internacional, atuamos como consultores no processo de elaboração do "Universal Standart for Solar Home Systems", financiado pela Comissão Européia DG XVII. Além dessas atividades, o Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos participou na reativação da Comissão de Estudo 82:1 (Sistemas Fotovoltaicos) do Comitê Brasileiro de Eletricidade-COBEI, onde exercemos, atualmente, a função de secretário.

#### Desenvolvimento e construção

Dentro dessa atividade, em conjunto com o Instituto de Energia Solar da Universidade Politécnica de Madri, já realizamos o desenvolvimento e a construção de reguladores de carga. Atualmente, quinze instalações estão utilizando o protótipo. Como parte de uma dissertação de mestrado, estão sendo desenvolvidos medidores de Ah, os quais serão utilizados para realizar medidas do consumo de pequenas instalações fotovoltaicas distantes da rede elétrica convencional.

#### Procedimentos de caracterização

Atualmente, contamos com equipamentos para a realização de medidas e testes em reguladores de carga (determinação dos "set points" de conexão e desconexão), módulos fotovoltaicos (caracterização I-V) e de acumuladores (chumbo-ácidos) (determinação da capacidade).

#### Linha de ação:

##### Implementação de Sistemas

O processo de eletrificação do meio rural com sistemas fotovoltaicos podem abranger diferentes dinâmicas e formulações. Neste sentido, aproveitando o nosso envolvimento nos pro-



Sistema fotovoltaico implementado pelo modelo de gestão baseado nas associações de usuários

jetos de energização fotovoltaica, estamos realizando os seguintes trabalhos:

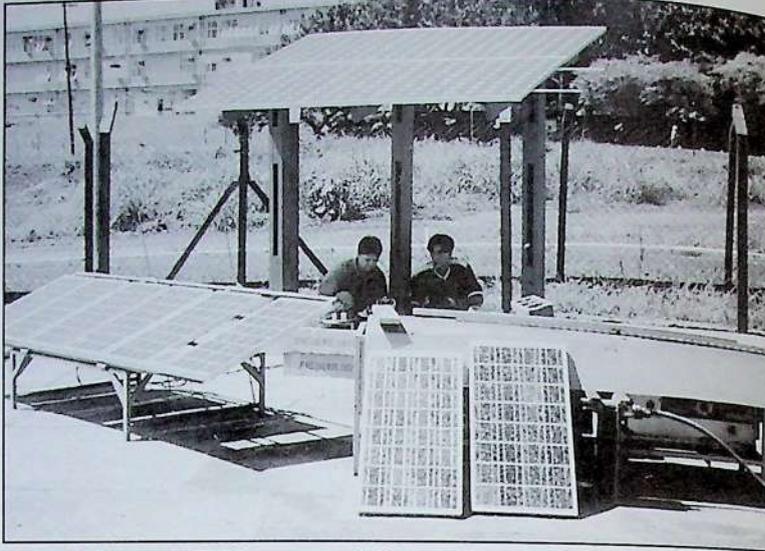
- instalações fotovoltaicas comunitárias como forma de introdução e apropriação da tecnologia;

- treinamento técnico dos usuários;

- mecanismo e implementação via associação de usuários e concessionária.

O procedimento de implementação que estamos adotando busca inserir a tecnologia da melhor forma, considerando aspectos técnicos, sociais e de gestão. Nesse sentido, contamos com a participação e apoio de um antropólogo que está realizando sua pesquisa de doutorado nesse tema. Cabe salientar que o trabalho conta com participação do Centro de Estudos e Pesquisas em Administração Municipal (CEPAM). Nessa linha de ação, nos preocupamos com o treinamento técnico dos usuários e, com o estabelecimento de um compromisso com o CEPAM, fornecemos assessoria na criação do Estatuto das Associações e do Regulamento para o Uso dos Sistemas Fotovoltaicos, documento que estabelece os direitos e deveres dos associados e ações que regulam o uso dos equipamentos. Até o momento, já foram constituídas duas associações de usuários que totalizam quinze sistemas fotovoltaicos. Estas associações foram formadas no âmbito de um projeto financiado pela cooperação internacional, e denomina-se Projeto de Energização e Dinamização Social dos Bairros de Retiro e Varadouro.

Ainda nessa linha de ação, estamos executando, em conjunto com o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Universidade do Amazonas e o Movimento de Educação de Base de Benjamin Constant, o Projeto de Energização Fotovoltaica de Quatro Comunidades Isoladas do Alto Solimões. Este projeto conta com o financiamento do



Vista do sistema de 750Wp, conectado à rede de distribuição da Metropolitana

Ministério de Ciência e Tecnologia – Programa Trópico Úmido. Recentemente, iniciamos também uma cooperação técnica com a Prefeitura de Ilha Comprida, para atender as necessidades de iluminação das comunidades isoladas existentes no município. Trata-se de uma experiência importante e com relativo grau de novidade no âmbito da administração municipal.

#### Linha de ação:

##### Dimensionamento

O mérito de um sistema fotovoltaico autônomo deve ser julgado em termos da confiabilidade com que fornece energia elétrica à carga. É costume quantificar este mérito mediante o conceito de Risco de Déficit, definido como a relação entre o déficit e a demanda de energia, considerados ambos na carga e durante todo o tempo de funcionamento da instalação. No âmbito desta linha de ação, já foi desenvolvida uma dissertação de mestrado cujo título é: "Dimensionamento de Sistemas Fotovoltaicos Autônomos: Ênfase na Eletificação de Residências de Baixo Consumo", a qual trata o tema para as regiões do Estado de São Paulo com maior potencial de inserção da energia solar fotovoltaica.

#### Linha de ação:

##### Sistemas de Acumulação

Esta linha de ação dedica-se ao estudo do estado da arte da produção de acumuladores chumbo-ácidos. A principal atividade dessa linha de ação consiste em determinar quais as mudanças estruturais necessárias na adaptação das baterias automotivas ao trabalho em sistemas fotovoltaicos autônomos, ou seja, sendo submetidas a sucessivos processo de ciclado. É importante comentar que as modificações propostas devem, por razões econômicas e financeiras, serem facilmente adaptadas às linhas de produção já existentes.

Em dezembro de 1997, realizamos o Workshop "Automotive Batteries For Solar Home Systems", patrocinado pela Comissão Européia. Na ocasião, tivemos oportunidade de discutir os resultados obtidos pelo Instituto de Energia Solar da Universidade Politécnica de Madri e pelo Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme. Baterias automotivas com pequenas modificações já estão sendo utilizadas em nossos projetos de implementação de sistemas fotovoltaicos autônomos.

#### Linha de ação: Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica são, na realidade, consumidores convencionais da rede que, ademais, conectam um sistema fotovoltaico em sua instalação elétrica, em paralelo com a rede convencional de distribuição de energia. Esta associação consumidor-gerador pode trocar energia com a rede, o que significa dizer, injetar (vender) energia na rede nos momentos em que sua geração é superior a seu consumo, e extrair (comprar) energia da mesma no caso contrário.

Estes sistemas apresentam algumas particularidades de análise e, nessa linha de ação, estão sendo realizadas as seguintes atividades:

- monitoramento do funcionamento de uma instalação que trabalha em paralelo com a rede elétrica.
- estabelecimento de uma regulamentação em conjunto com a Metropolitana-Eletropaulo, para interconectar sistemas fotovoltaicos à rede de distribuição.
- estabelecimento do grau de segurança e de requisitos técnicos para a concessionária e para o usuário.
- estudo das possíveis perturbações que o funcionamento do inversor pode produzir na rede.

**“Modificações propostas devem ser facilmente adaptadas às linhas de produção já existentes”**

No dia 13 de abril de 1998 oficializamos a conexão de um sistema monofásico de 750Wp que está trabalhando em paralelo com a rede elétrica. Os estudos referentes a inserção e regulamentação desses sistemas estão sendo elaborados ao longo do desenvolvimento de uma tese de doutorado que está sendo realizada no Programa Interunidade de Pós-Graduação em Energia.

## O PIPGE e a criação de um Centro de Referência nas Áreas de Petróleo e Gás Natural

EDMILSON MOUTINHO DOS SANTOS

Dado o seu caráter estratégico e a sua grande importância política e econômica, o setor do petróleo e gás natural continua sendo bastante particular na economia de vários países, inclusive do Brasil. O governo tem legítimos interesses para influenciar a evolução desta indústria. Deseja-se: incentivar a exploração das bacias sedimentares nacionais; garantir a exploração ótima dos recursos naturais descobertos; garantir a sua participação nas rendas petrolíferas geradas; diminuir os impactos macroeconômicos do setor petrolífero sobre a economia nacional; garantir a segurança do abastecimento de combustíveis do país; influenciar as decisões da indústria no que tange às questões de segurança do trabalho, saúde e impactos ambientais relacionadas às atividades petrolíferas.

Para atingir tais objetivos, os países contam, normalmente, com grandes empresas nacionais, por exemplo, no caso brasileiro, a Petrobrás, e com uma maior ou menor abertura para outros investidores privados nacionais ou internacionais. Além do mais, existe uma ampla gama de instrumentos de ação do Estado que é diversificada e não estática. As autoridades governamentais procuram adotar políticas petrolíferas dinâmicas, mantendo-se em sintonia com a evolução da indústria ao longo do tempo.

As mudanças recentes operadas na indústria brasileira do petróleo e gás natural conduziram à quebra do monopólio da Petrobrás, abrindo um grande espaço para o estudo de novas relações entre as empresas envolvidas com atividades de petróleo no Brasil, assim como entre o governo brasileiro e a indústria petrolífera nacional. Por outro lado, a criação da Agência Nacional do Petróleo (ANP) abre um

novo campo de pesquisa visando o desenvolvimento de novos instrumentos de ação do Estado para o incentivo e à regulamentação do setor.

O Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (PIPGE-USP) está em sintonia com essas transformações. Após desenvolver forte competência nos domínios da energia elétrica, da energia solar, da biomassa e da conservação de energia, os quais constituem os vetores primordiais da formação de mestrado e doutorado oferecida pelo Programa, o PIPGE decidiu recentemente lançar-se em um amplo processo de diversificação de competências. Dadas as transformações profundas que estão ocorrendo na indústria do petróleo brasileira e dada a construção do gasoduto ligando o Brasil à Bolívia, o qual suprirá o Estado de São Paulo com grandes quantidades de gás natural boliviano, o PIPGE decidiu dinamizar significativamente a sua participação nas áreas do petróleo e do gás natural. Vislumbra transformar-se em um centro de referência para o estudo das questões econômicas, políticas legais e institucionais relacionadas à indústria do petróleo brasileira e latino-americana.

Para tanto, o programa tem diversificado o leque de disciplinas e de linhas de pesquisa que são oferecidas a seus estudantes de mestrado e doutorado. Estes estudantes poderão, assim, capacitar-se em uma área do conhecimento de grande interesse nacional, podendo pleitear as ótimas oportunidades de emprego que deverão se abrir no futuro, seja nas empresas como na esfera governamental.

A proposta do programa é de consolidar na USP uma forte competência tecnológica nas áreas de petróleo e gás natural, combinando rigor acadêmico e relevância profissional em suas aplicações práticas. Os vários

pesquisadores e docentes do PIPGE têm integrado os seus esforços neste sentido. Além disso, dada a sua origem interdisciplinar, envolvendo quatro unidades líderes da Universidade de São Paulo (Instituto de Eletrotécnica e Energia-IEE), o Instituto de Física (IFUSP), a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) e a Escola Politécnica), o programa apresenta-se como um centro de articulação de outros esforços realizados na Universidade, permitindo que outros pesquisadores, alunos e docentes, que estejam trabalhando com questões relacionadas com o petróleo e o gás natural, possam interagir e trocar informações e experiências.

Além do mais, tendo desenvolvido uma longa tradição de cooperação externa, o PIPGE tem mantido estreita relações com outras instituições de pesquisa brasileiras e estrangeiras. Por exemplo, através de um acordo de cooperação patrocinado pela CAPES e British Council, o programa estabeleceu uma parceria com o Center for Energy Petroleum and Mineral Law

and Policy da Universidade de Dundee da Grã-Bretanha. Esta parceira permite a troca de informações, bem como de estudantes e professores, visando o treinamento nas áreas de regulamentação e legislação da energia, em geral, e do petróleo e do gás natural em particular. Acordos similares também existem com o Institut Français du Pétrole e a Scuola Enrico Mattei, da Itália. Estas instituições são amplamente reconhecidas em seus respectivos países, tendo contribuído decisivamente para o desenvolvimento da indústria do petróleo e gás natural mundial.

A indústria do petróleo e gás natural brasileira está-se transformando radical e rapidamente, procurando manter a sua competitividade em um ambiente concorrencial muito mais aberto, dinâmico e competitivo. Para tanto, as empresas estão revendo a sua cultura, estratégias e procedimentos. Paralelamente, muito ainda deve ser pesquisado no sentido de se propor novas relações entre o Estado e a indústria do petróleo e gás natural nacional. O governo deve compreender e interagir com as transformações

que ocorrem no seio das estratégias empresariais, definindo políticas que sejam coerentes com a nova realidade e as particularidades da indústria. Políticas públicas que não consideram essas dimensões estarão, provavelmente, condenadas ao fracasso. Elas podem, inclusive, conduzir a perdas de competitividade do Brasil para o desenvolvimento de atividades petrolíferas.

O PIPGE-USP objetiva formar profissionais de alto nível que possam analisar, discutir e propor soluções criativas a essas questões. Não apenas o Programa continuará formando estudantes de pós-graduação ao nível de mestrado e doutorado mas também procurará oferecer cursos de extensão e serviços especializados que atendam aos anseios da comunidade, incluindo empresas, órgãos governamentais e organizações não-governamentais.

Assim sendo, o programa espera continuar cumprindo a sua missão de atender a sociedade e abrir ótimas oportunidades de desenvolvimento profissional aos seus estudantes.

## Biomassa, moderna fonte de energia

GRUPO DE PESQUISADORES DO CENBIO

O mundo todo está em busca de novas fontes de energia e da ampliação das tradicionais visando o conforto e o progresso. A obtenção de energia a partir de fontes hídricas e térmicas convencionais tornou-se inadequada ao meio ambiente ou mesmo insuficiente para atender as necessidades, exigindo a pesquisa e o desenvolvimento de fontes alternativas, e usos mais eficientes e não danosos.

Dentro desse contexto e a partir do Plano Nacional de Energias Renováveis que data de 1995, foi criado em 1996 o CENBIO - Centro Nacional de Referência em Biomassa, como uma iniciativa conjunta do Ministério de Ciência e Tecnologia, da Secretaria de Energia do Estado de São Paulo, da Universidade de São Paulo, e de uma ONG internacional, o BUN - Biomass Users Network do Brasil.

Sediado nesta Universidade, junto ao Instituto de Eletrotécnica e Energia, que proporciona a infra-estrutura necessária ao seu funcionamento, o CENBIO representa um incentivo ao estudo da energia da biomassa no Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia.

Tendo por objetivo a pesquisa e desenvolvimento de processos que utilizem a biomassa como fonte de energia, bem como a demonstração e divulgação dos resultados obtidos, o CENBIO se preocupa fundamentalmente com o caráter inovativo e eficiente do uso de fontes de energia tradicionais como a lenha, os resíduos, os óleos vegetais, etc.

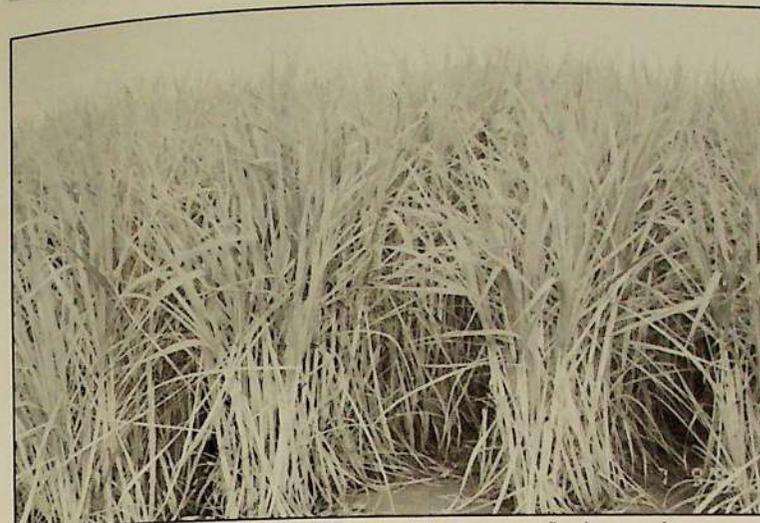
A formação de recursos humanos também se reveste de grande importância, quando se trata da implantação de novas tecnologias cujos resultados precisam ser analisados dentro de critérios técnicos estritos, para poderem ser aperfeiçoados e disponibilizados para o mercado.

### Biomassa, fonte renovável de energia

Desde tempos imemoriais, a biomassa tem sido importante como fonte energética. Formas mais eficientes de uso representam a grande novidade de nossos dias, em que os conhecimentos científicos e a tecnologia revelam suas enormes potencialidades em termos de auto-sustentabilidade e proteção ao clima face às ameaças do efeito estufa. Por se tratar de uma fonte renovável e limpa, a biomassa representa na prática uma fonte inesgotável de energia, mormente no Brasil, país de grande extensão territorial e condições propícias ao desenvolvimento de culturas energéticas.

No Balanço Energético (BEN97) pode-se verificar que a biomassa corresponde a mais de 28% da produção total de energia primária. Esse percentual poderá se elevar com a utilização de tecnologias e processos mais eficientes de conversão.

No entanto o incentivo às culturas com fins energéticos deve se situar den-



Bagaço da cana exerce papel fundamental na cogeração de energia

tro de um planejamento que contemple as prioridades de segurança alimentar, para que não ocorra uma substituição de terras propícias à produção de alimentos por biomassa energética.

Afastado esse risco através do planejamento de uso do solo agrícola, as culturas energéticas se mostram excelentes geradoras de energia, e também de emprego, pois o investimento necessário para gerar um emprego rural é muitas vezes inferior ao necessário para um emprego industrial.

A crise do petróleo, minimizada sensivelmente na década de 80, pela redução de seus preços, dificultou o desenvolvimento das fontes de energias renováveis. Porém, durante a década de 90, a instabilidade geopolítica do petróleo e o anseio por fontes renováveis e limpas, fizeram com que ressurgisse o interesse por estes insumos energéticos.

A biomassa para fins energéticos abrange um grande número de produtos, mas os que têm sido mais utilizados são a lenha, o carvão vegetal e os produtos da cana-de-açúcar (etanol e bagaço de cana). Os óleos vegetais são pouco usados como fonte energética, mas há estudos promissores de mistura com o diesel. A partir do óleo de soja está sendo testada uma mistura, o óleo B20 constituído por 20% de óleo de soja e 80% de óleo diesel, em motores diesel de ônibus urbanos em Curitiba.

As condições climáticas favoráveis e a

grande diversidade de espécies oleaginosas, possibilitam ao Brasil tornar-se o maior produtor de óleos vegetais do mundo, podendo-se destacar entre as espécies com maior potencialidade, o babaçu com 14 milhões de hectares plantados e produtividade de 400 kg óleo/ha/ano; o buriú com 8 milhões de hectares e produtividade de 5.000 kg óleo/ha/ano; o dendê com 50 milhões de hectares e produtividade de 3.000 a 8.000 kg óleo/ha/ano; e a soja com 13 milhões de hectares na safra 97/98, com produtividade de 30 milhões de toneladas de grãos.

Quanto à lenha de reflorestamento é fonte de matéria prima e energia para diferentes segmentos industriais. Grande parte destina-se à produção de carvão vegetal para a indústria siderúrgica, mas outros setores também usam lenha e carvão vegetal. Ainda é significativa a extração de lenha das matas naturais para cocção e aquecimento doméstico.

Na área de resíduos sólidos existem algumas iniciativas recentes. Merece realce o projeto demonstração em execução pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF em conjunto com a Shell, a Eletrobrás e outras empresas, utilizando uma tecnologia promissora: a BIG/GT (Biomass Integrated Gasifier - Gas Turbine).

Há também a experiência pioneira do município de São Paulo, que pretende aproveitar, em escala comercial, as altas

temperaturas do processo de incineração de resíduos sólidos urbanos para geração de vapor e eletricidade, bem como a recuperação dos gases de aterro (biogás) para geração térmica e elétrica.

O bagaço da cana também representa uma alternativa para atender à crescente demanda de eletricidade. Desde o início da década de 90 a maior parte das destilarias e usinas de açúcar e álcool têm praticamente garantido sua auto-suficiência energética com o uso do bagaço nas caldeiras, e algumas têm até mesmo vendido as sobras às concessionárias (em 1996 cerca de 80 MWh em São Paulo).

Destaque especial vem sendo dado pelo CENBIO ao desenvolvimento de estudos para avaliação das externalidades que ocorrem na produção e uso dos combustíveis originados da biomassa em comparação com os originados de fontes fósseis, para fixação de políticas capazes de internalizá-las, estabelecendo a verdade dos preços relativos dos diversos combustíveis. Também vem sendo acompanhadas e incentivadas as ações desenvolvidas para reduzir os custos do álcool combustível visando torná-lo competitivo em relação a gasolina.

No setor de transportes as vantagens ambientais já comprovadas da substituição dos derivados de petróleo pelo etanol produzido a partir da cana-de-açúcar, colocaram o Brasil numa posição pioneira em relação ao mundo desenvolvido, pois além de sustentar a maior produção de etanol para abastecer uma frota de mais de 4 milhões de veículos, pode orgulhar-se de ter os menores custos de produção do mundo.

Embora a biomassa mesmo nas formas mais modernas, não vá substituir integralmente as energias tradicionais, deve tornar-se uma alternativa viável, visando o equilíbrio entre facilidades energéticas e sustentabilidade em termos de meio ambiente.

Apesar de estar passando por dificuldades econômicas o atingimento de melhor nível de desenvolvimento tecnológico, e a quantificação e incorporação dos custos externos aos preços dos diversos combustíveis, tornarão a biomassa imprescindível e lhe trarão sustentabilidade econômica a curto prazo.

## III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético

A SBPE - Sociedade Brasileira de Planejamento Energético pro-

moveu, no período de 23 a 25 de junho de 1998, o III Congresso Brasileiro da especialidade, sob o lema "O Novo Setor Energético: Modelos, Regulação e Competitividade".



SBPE debateu as transformações no setor

Sendo a SBPE uma organização com a finalidade de agregar entidades e profissionais ativos e interessados no Planejamento Energético, o Congresso veio em boa hora para dar destaque aos aspectos básicos mencionados, dentro da atual política de

privatização de setor energético.

As Mesas Redondas: Experiências Pós-Privatização; Regulação do Setor Elétrico; Regulação do Setor Petróleo; Produção de Energia Elétrica; Implicações Ambientais e Sociais e o grande número de Contribuições Técnicas apresentadas, puderam dar aos participantes, de um lado, uma clara impressão dos inúmeros aspectos envolvidos, e do outro, da importância de uma análise técnica e econômica de cada um desses aspectos, tanto nas diversas regiões do país, quanto sua situação em outros países.

### A PALAVRA DO PRESIDENTE

## Sociedade tem nova diretoria

MAURICIO T. TOLMASQUIM  
PRESIDENTE DA SBPE

Há cerca de nove anos, os principais Centros de Ensino e Pesquisa em Planejamento Energético das universidades brasileiras decidiram criar a Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (SBPE), como forma de intensificar a interação entre os pesquisadores e profissionais da área energética e de ajudar na consolidação do Planejamento Energético no País.

Durante este período, a SBPE tem sido a responsável pela edição da principal revista acadêmica em planejamento energético do Brasil: a Revista Brasileira de Energia (RBE), que é financiada pelo CNPq. A revista tem recebido elogios pela sua continuidade ao longo destes nove anos, fato raro no Brasil, onde se tem presenciado o surgimento e desaparecimento de periódicos acadêmicos com grande frequência.

Além disso a SBPE tem sido responsável pela organização periódica do Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, evento que tem permitido a apresentação e divulgação dos resultados das mais importantes pesquisas na área.

A nova diretoria do SBPE, eleita em São Paulo durante o III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético,

tem como uma de suas propostas principais elevar o número de profissionais da academia e de empresas privadas e públicas envolvidos com estas atividades. Para isto pretende-se cadastrar todas as pessoas interessadas pela área de planejamento energético, de forma que a RBE atinja um público maior. Desde já convidamos a todos aqueles que tenham pesquisas ou trabalhos sobre a área de energia que submetam artigos ao editor da revista.

Desde a criação da SBPE, novos Centros de Ensino e Pesquisa tem surgido, trabalhando com a questão energética de uma forma interdisciplinar. Contudo, as atividades da SBPE estão ainda muito concentradas na região sudeste do país. Assim, a nova diretoria tem como um de seus objetivos estimular a criação de sedes em outras regiões do Brasil.

Para facilitar a comunicação entre os associados e permitir a divulgação de artigos, dados e opiniões, pretendemos criar uma "home page" da Sociedade.

Consideramos ainda que, devido as profundas transformações por que vem passando o setor energético nacional, é papel da SBPE fomentar, ao máximo, o debate, permitindo que todos os setores da sociedade afetados pelas modificações em curso possam expressar seus pontos de vista.

Temos consciência que estes objetivos só serão atingidos se contarmos com a colaboração da comunidade que traba-

lha e/ou se interessa pela questão energética. Assim, gostaríamos de convidar a todos os interessados a se associarem à SBPE. Para outras informações sobre como se associar à SBPE, contatar:

**Prof. Lineu Belisco dos Reis**  
**Secretário-Executivo da SBPE**

Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica Grupo de Energia  
PEA- Depto. de Eng. de Energia e  
Automação Elétricas  
Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav.  
3,158 - C.P. 61 548  
05508-900 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel: (011) 818-5279 -  
Telefax: (011) 818-5349  
E-mail: HYPERLINK  
mailto:lineu@pea.usp.br  
lineu@pea.usp.br

### NOVA DIRETORIA

**Presidente:** Prof. Maurício Timmo Tolmasquim (PPE/COPPE/UFRJ)

**Vice-Presidente:** Prof. Ildo Sauer (IEE/USP)

**Secretário Geral:** Prof. Lineu Belisco dos Reis (Politécnica/USP)

Prof. Jamil Hadad (EFEL)

**Vogal:** Prof. Sérgio Valdir Bajay (Unicamp)

**Vogal:** Prof. Roberto Schaeffer (COPPE/UFRJ)

**Vogal:** Dr. Marco Aurélio de Freitas (ANEEL)

## INTERNATIONAL ENERGY INITIATIVE

# Programa de Bolsas de Estudos amplia a capacitação oferecida pelo IEE para toda a América Latina

**Cursos de pós-graduação em energia oferecem aos profissionais a oportunidade de se aperfeiçoarem dentro da realidade de uso de energia elétrica. Resultado: as redes se tornam mais confiáveis, beneficiando o consumidor final**

OTAVIO MIELNIK - IEE/USP

A International Energy Initiative é uma organização sem fins lucrativos, criada em 1991, com o objetivo de promover a produção e o uso eficiente da energia para o desenvolvimento sustentável.

O programa de trabalho da International Energy Initiative envolve atividades nas áreas de informação, capacitação, análise, fomento e ação. Essas atividades são desenvolvidas por escritórios regionais (América Latina, Ásia e África) em função de suas condições e características próprias. Além disso, a International Energy Initiative edita a revista bimensal "Energy for Sustainable Development", na qual são apresentados artigos que tratam de alternativas para o uso final eficiente de energia e para a utilização de fontes energéticas renováveis.

Um dos aspectos cruciais para a realização do objetivo da International Energy Initiative é a preparação de profissionais de empresas e instituições energéticas em uma abordagem orientada aos serviços energéticos e aos usos finais de energia.

Na maior parte da América Latina, essa abordagem é desconhecida e, de fato, as decisões em matéria de planejamento energético são tomadas por critérios concebidos exclusivamente em

função da oferta de energia. Por esse motivo, uma capacitação em planejamento energético que inclua alternativas de eficiência energética, uso de fontes renováveis e aspectos ambientais, deve contribuir para melhorar substancialmente o desempenho dos sistemas energéticos da região.

O Curso de Mestrado do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia sediado no IEE - pela orientação de sua estrutura curricular e dos trabalhos de pesquisa de seus professores e pesquisadores - reúne as condições para tornar-se o centro dessa capacitação inovadora para os países da América Latina. Desse modo, a International Energy Initiative decidiu estabelecer, em 1993, um Programa de Bolsas de Estudo no IEE destinado a profissionais de empresas e instituições energéticas de países da América Latina. O Programa de Bolsas tornou possível, entre 1993 e 1998, a capacitação de 22 profissionais oriundos de Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Honduras, Panamá e Peru.

Na realidade, a formação recebida no IEE oferece as condições necessárias para que os profissionais assim capacitados - cujas funções envolvem responsabilidade na tomada de decisão na região - possam apresentar análises e avaliações a partir de um enfoque mais abrangente do planejamento energético.

Con respecto a mis estudios en el IEE, quiero destacar el aporte a mi evolución profesional a través de dos formas diferentes. Primero la formación lograda durante el cursado de las diferentes disciplinas en donde pude aprender nuevos métodos de análisis y técnicas de evaluación en relación con la energía. Por otra parte el intercambio con el resto de los colegas me brindó una excelente oportu-

nidad para capitalizar otras experiencias. La transformación en mi carrera tiene que ver con la mayor importancia que doy ahora en mis trabajos a temas tales como: las energías renovables, la conservación de energía y el análisis económico de alternativas.

**Aquiles Pedranti, Empresa de Energía Río Negro S.A. - Edersa (Cipolletti, Argentina)**

Além disso, a natureza do trabalho realizado durante a capacitação no Programa permite a elaboração de soluções novas para as várias empresas e países dos bolsistas, tais como programas de eficiência energética e elementos para o planejamento integrado de recursos.

Os bolsistas são selecionados pela International Energy Initiative entre os vários candidatos de empresas e instituições energéticas que concorrem anualmente. Em seguida, passam pelo processo regular de seleção do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, a partir do qual são definidos os candidatos aos quais serão concedidas as bolsas.

As bolsas de estudo são oferecidas por um período de 18 meses, durante o qual os alunos recebem a formação curricular oferecida pelo Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, no período de março a novem-

En Costa Rica no existe ningún programa similar al ofrecido por el International Energy Initiative, por lo tanto ha representado una excelente oportunidad de formación en el área de la energía. Asimismo la participación de personas de otros países latinoamericanos me permitió intercambiar experiencias sobre diferentes temas de interés profesional.

Como consecuencia de esta capacitación he podido brindar aportes más valiosos en el programa de conservación de energía de mi empresa en el desarrollo e implementación de proyectos de uso racional y de fuentes nuevas.

Los conocimientos adquiridos me brindaron un mejor criterio sobre la orientación en materia energética que le conviene más a mi empresa y el país y también mejores herramientas de análisis para proponer y evaluar cada una de estas opciones.

**Alfonso Herrera Herrera, Compañía Nacional de Fuerza y Luz - CNFL (San José, Costa Rica)**

bro a cada ano, e desenvolvem uma Tese de Mestrado em um período de 8 meses. Ao final do período em que completaram os créditos acadêmicos, os bolsistas definem o seu tema de tese e organizam um plano de pesquisa para o seu desenvolvimento, a ser realizada, durante dois meses, em seus países de origem.

A tese é baseada em um estudo de usos finais de energia na empresa ou no país do bolsista. Desse modo, o trabalho representa, de fato, um produto para as

empresas ou instituições energéticas que concederam uma licença de 18 meses para que seus profissionais obtivessem o grau de Mestre em Planejamento Energético. Além disso, uma vez de retorno ao seu país, os bolsistas passam a aplicar (ver quadros apresentados ao longo do artigo) os resultados de sua capacitação e de seu trabalho final em sua empresa ou instituição de origem.

O Programa de Bolsas está aberto a candidatos de empresas e instituições energéticas dos países da América

Latina. A difusão do Programa ocorre em todos os países da região e a apresentação de candidaturas deve ser realizada até o fim de outubro de cada ano, visando o período de 18 meses que se inicia em março do ano seguinte.

*Los programas de estudios al nivel de postgrado en las universidades ecuatorianas son deficitarios y los pocos que existen son maestrias en las áreas de administración de empresas. Las oportunidades de un profesional ecuatoriano para salir del país con una beca al exterior y realizar estudios de postgrado, son minimas, por tanto resulta ser un privilegio.*

*En mi caso particular, luego de retornar del IEE-USP se presentó una oportunidad de superación en el campo profesional, esto es un concurso interno en la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. para Director de Planificación, en el cual resulté ganador por consideraciones del curriculum (maestría en Planeamiento Energético).*

*Además, al retornar al Ecuador, realicé una serie de presentaciones de mi tesis "Uso eficiente de la Iluminación Pública en el Ecuador" en foros nacionales e internacionales como congresos, seminarios, invitaciones de empresas eléctricas, etc. El tema fue discutido y ha sido considerado dentro de los planes de varias empresas eléctricas y del Instituto Ecuatoriano de Electrificación-INECEL, por las ventajas técnicas y financieras de la propuesta.*

*Una empresa eléctrica ha iniciado el cambio de su sistema de iluminación, luego de estar convencida por los informes técnicos de la tesis.*

*Estimo que no he cumplido con todo lo previsto luego de mi retorno del Brasil al Ecuador, aún tengo trabajos que fueron iniciados en el IEE-USP y que sirvieron para aprobar disciplinas, dichos trabajos amplios pueden ser de gran importancia para el país, como aquel por ejemplo presentado para la disciplina de Medio Ambiente a Base de Recursos Naturais "Análisis y recomendaciones para mantener las emisiones al medio ambiente por el uso de energéticos en el Ecuador".*

*Jorge Patricio Muñoz Vizhñay, Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. - Eerssa (Loja, Ecuador)*

Quando ao progresso profissional, a capacitação no IEE deu-me experiência para poder atingir temas como os relacionados com a energia solar, já que na área da distribuidora estão sendo implementados projetos de energias renováveis como coletores solares e painéis fotovoltaicos. Atualmente, estou envolvido em um projeto onde pretende-se substituir alguns dos acumuladores para água quente no setor residencial e comercial por coletores solares. Além disso, tenho participado na análise dos resultados, tanto econômicos como de conservação de energia, de projetos realizados na área da concessionária como, por exemplo, o programa de troca de lâmpadas por lâmpadas fluorescentes compactas e o programa de substituição de lâmpadas em prédios públicos por iluminação eficiente. Estas análises foram feitas segundo os princípios ensinados por professores do IEE.

Luis Chen-Apuy Chacón

Compañía Nacional de Fuerza y Luz CNFL (San José, Costa Rica)

La capacitación en el IEE de la USP me permitió conocer y compartir nuevas políticas y técnicas de ejecución para conseguir que el desarrollo sustentable de los países en general y de Latinoamérica sea una realidad. Profesionalmente me desarrollé en nuevos y modernos ámbitos del conocimiento y del análisis, en variados temas y realidades diferentes. Me siento un profesional mucho más "globalizado" y consciente de la problemática energética y ambiental del mundo y no sólo de mi país.

He podido difundir, en varios foros nacionales, la importancia del uso racional y eficiente de energía. Indudablemente que ser uno de los que comprende y busca compartir tan importante tema me ha permitido incrementar mi curriculum-vitae.

El compartir experiencias, información y amistad con otros profesionales de distintos países es muy enriquecedor intelectualmente y como persona. La mente se amplía para redimensionar los problemas y sus soluciones.

Daniel Mahauad Ortega, Empresa Eléctrica Regional Sur S.A. - Eerssa (Loja, Ecuador)

En realidad, la capacitación en el IEE permitió mi progreso profesional. Mi disciplina inicial, ingeniería eléctrica, se nutrió de muchos mas elementos importantes que me permiten tener una visión mas sistémica de los fenómenos que estan ocurriendo en el entorno actual.

Esto ha facilitado mi aporte al análisis de situaciones en el cargo que desempeño actualmente, en el cual se hace un seguimiento de las condiciones del mercado competitivo de energía en Colombia, tanto en su comportamiento físico como normativo y de comportamiento de los agentes que allí participan.

La interrelación cultural que se consigue con los demás compañeros del programa de posgrado fue un aspecto muy importante para mí. El hecho de poder compartir formas de ver el mundo fue una experiencia especial.

Juan Guillermo Alvarez Giraldo, Interconexión Eléctrica S.A. - ISA (Medellín, Colombia)

## Teses de Mestrado realizadas no Programa de Bolsas entre 94 e 97

"Uso eficiente de energia elétrica no setor residencial do Equador".  
Daniel Mahauad Ortega - (8/94).

"Alternativas em usos finais para a eletricidade deslocada da cocção elétrica na Colombia".  
Juan Guillermo Alvarez Giraldo (9/94)

"Racionalização do uso da energia na floricultura da Região Norte do Equador".  
Sofia Isabel Teran Caceres (9/94)

"Bases para a melhoria da eficiência na iluminação na Região Metropolitana de Lima".  
Leonardo Abad Barriga Salas (2/95)

"Uso eficiente de energia elétrica no setor de iluminação pública do Equador".  
Jorge Patricio Muñoz Vizhñay (1/96)

"Gerenciamento da demanda por substituição energética na cocção residencial na Região Metropolitana da Costa Rica".  
Alfonso Herrera Herrera (2/96).

"Metodologia para a caracterização dos usos finais de energia no setor residencial: o caso da Empresa de Energía de Bogotá".  
Juan Carlos Rodríguez Caballero (2/96)

"Condições operacionais para o desenvolvimento do mercado da eficiência energética no setor residencial de Lima Metropolitana".  
Borsi Felix Romero Albuja - (8/96).

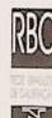
"Eficiência energética em um mercado reestruturado: o caso da iluminação pública em Cipolletti, Argentina".  
Aguiles Pedranti - (8/97).

"Consumo energético eficiente como alternativa no planejamento elétrico do Panamá".  
Bolívar Santana Ortega - (9/97)

"Gerenciamento da demanda da energia usada para iluminação e cocção no setor residencial da região da Compañía Nacional de Fuerza y Luz da Costa Rica".  
Luis Chen-Apuy Chacón - (9/97)

"A mitigação de gases de efeito-estufa associados ao consumo energético no Equador: o caso do setor residencial".  
Avaro Cesar Morales Benarides (9/97)

"Avaliação preliminar do potencial de racionalização do uso de energia no setor residencial de Bogotá e o seu impacto sobre o abastecimento elétrico".  
Camilo Hernando Sandoval Sotelo (9/97)



### CRENCIADOS

### Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC N° 014)

Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão

Determinação da resistência de resistores-padrão  
Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-ampérímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc.

Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL - 011/86)

Certificação de Conformidade de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão.

Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL-039/91)

Ensaio de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).

Ensaio de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).

Ensaio de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).

Ensaio de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaio de Equipamentos Eletromédicos**

(Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL 062)

Ensaio em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).

Ensaio em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).

Ensaio em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).

Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. N° 95LS61PR00X).

Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. N° 95LS64PR00X).

Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. N° 95LS65PR00X).

Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. N° 95LS66PR00X).



# IEE em REVISTA

Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano IV - nº 5 - 1998

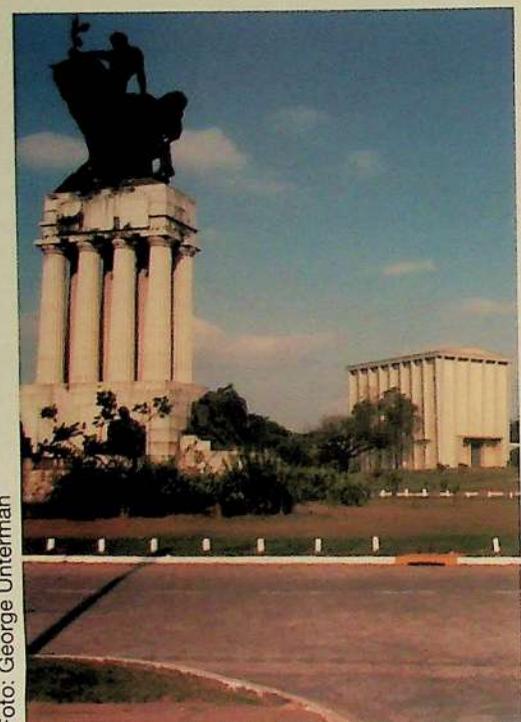
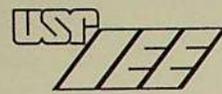


Foto: George Unterman

Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>



## ENTREVISTA: Eng. Osires Silva

## Laboratórios de Calibração e de Ensaios.



**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

- Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Eng.º Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
- Máquinas Elétricas**  
Eng.º Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
- Alta Tensão** - Eng.º Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Média Tensão** - Eng.º Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Altas Correntes** - Eng.º Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
- Baixa Tensão** - Eng.º Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

- Equipamentos Eletromédicos**  
Eng.º Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Radiagnósticos**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/8137
- Manutenção Radiológica**  
Eng.º Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Desenvolvimento de Software**  
de Redes - Bel. Quim. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
- Eletrônica de Potência**  
Eng.º Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
- Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Eng.º Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

- Fotometria** - Eng.º Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
- Equipamentos de Medição**  
Eng.º Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
- Padrões Elétricos**  
Eng.º Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
- Aferição e Calibração**  
Eng.º Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725
- Compatibilidade Eletromagnética**  
Eng.º Augusto Carlos Pavão  
Tel.: (011) 818-4922

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Eng.º Gilberto Garlera/Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983

3	EDITORIAL
METROLOGIA BRASIL 2000 EM DEBATE NACIONAL	
4	ENTREVISTA
ENGENHEIRO OSIRES SILVA	
5	METROLOGIA, DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE VIDA
7	LABORATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO DO IEE/USP
9	NOVOS CRITÉRIOS PARA CREDENCIAMENTO DE LABORATÓRIOS
11	INMETRO É A PRIMEIRA AGÊNCIA EXECUTIVA NO PAÍS
12	AS DEMANDAS DE METROLOGIA NA ÁREA DO MEIO AMBIENTE
13	CONCLUÍDA A REFORMA DO LABORATÓRIO DE ALTA TENSÃO
16	SERVIÇOS CREDENCIADOS RBC E RBLE



O controle das condições de ensaio: garantia de resultados confiáveis  
Capa: Algeo B. Cairolli

**EDITORIAL**



**MAURÍCIO NOGUEIRA FROTA, Ph.D.**  
Diretor de Metrologia Científica e Industrial do Inmetro, Presidente do Comitê de Desarrollo Profesional do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), Presidente da Sociedade Brasileira de Metrologia e Coordenador Geral do PNM.

**Metrologia Brasil 2000 em debate nacional**

Em sintonia com as mais modernas tendências da metrologia mundial, especialistas representantes de setores críticos da economia brasileira participam da construção de um Plano Nacional de Metrologia (PNM), com o propósito de definir ações e debater o papel da metrologia no desenvolvimento econômico e social.

Motivados pelo clima de mudança suscitado pelo término deste primeiro século de estruturação dos sistemas metroológicos mundiais e pelo despertar de um novo milênio, o Grupo Executivo do PNM, beneficiando-se dos conceitos metodológicos do planejamento estratégico e da ampla articulação nacional e internacional estabelecida pelo INMETRO, tem sido ousado nas suas proposições para o desenvolvimento da metrologia brasileira. No contexto do PNM, são repensados os elementos básicos do sistema metroológico brasileiro, definidos os condicionantes à formação de cultura metrológica e analisadas as missões institucionais do Laboratório Nacional de Metrologia, do Sistema Brasileiro de Referências Metrológicas, das Redes Brasileiras de Laboratórios Credenciados de Calibração (RBC) e de Ensaios (RBLE). São ainda equacionados os aspectos básicos da medição relacionados à saúde, à segurança, ao meio ambiente, à agricultura e as questões que afetam o funcionamento da infra-estrutura laboratorial, voltada para a metrologia legal. Esses, por sua vez, interferem diretamente no processo de construção da cidadania, da defesa do consumidor e da preservação do meio ambiente.

De forma participativa, e sob a supervisão do Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM), o PNM já estabeleceu um criterioso diagnóstico para identificar as vulnerabilidades do sistema e subsidiar, no contexto de seminários nacionais, o desenvolvimento de um Plano de Ação Metrologia Brasil (1998-2002). Há meios, dessa forma, de assessorar o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), na formulação da política metrológica brasileira.

Em estágio avançado de desenvolvimento, trabalha-se com a perspectiva de que o Plano de Ação Metrologia Brasil seja submetido ao Conmetro em outubro de 98, permitindo a sua análise por este estratégico fórum de oito mi-

nistros de Estado e por representantes da CNI, ABNT e do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec). Identificado como um dos projetos mobilizadores da nova fase do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), o PNM já conquistou a credibilidade da sociedade e de agentes governamentais, tendo subsidiado o planejamento de um dos editais do PADCT, no sentido de introduzir o foco metrológico na complexa e carente questão relacionada à credibilidade das medições em química no País.

Beneficiando-se de uma atualização do Estado da Competitividade da Indústria Brasileira, uma consultoria especializada estratificou o PIB brasileiro segundo trinta setores econômicos. Entre esses, são identificados aqueles mais intensivos em tecnologia e mais impactados pela metrologia, trabalho que está subsidiando uma consultoria internacional do National Physical Laboratory (NPL), do Reino Unido. Beneficiando-se ainda de dois estudos recentes encomendados pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) e pela Organização Mundial de Metrologia Legal (OIML), o PNM agregou ao seu Grupo Executivo consultores internacionais de renome e com envolvimento no debate mundial sobre tendências e perspectivas da metrologia que visaram estabelecer referenciais para o desenvolvimento da metrologia mundial.

Objetivando validar a proposta brasileira, as bases conceituais do PNM foram recentemente (junho de 98) apresentadas em congresso mundial organizado pelo Physikalische-Technische Bundesanstalt (PTB/ Alemanha), com o apoio do BIPM, da OIML e da International Measurement Confederation (IMEKO).

Dentre as metas previstas, o Plano de Ação Metrologia Brasil destacará o fortalecimento da matriz laboratorial, para promover o atendimento às demandas de serviços básicos; o reconhecimento internacional do sistema metroológico brasileiro, plenamente integrado ao sistema metroológico internacional. Visa reforçar também a confiabilidade dos serviços metrológicos prestados ao cidadão, abrangendo a saúde, a segurança e o meio ambiente; a efetiva presença da metrologia legal na educação para o consumo e na defesa do consumidor, além do amplo enraizamento da cultura metrológica no País.

**USP IEE em REVISTA**  
ISSN 1413-229X

IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - Reitor da USP: Jacques Marcovitch - Diretoria do IEE/USP: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Consultor e Coordenador Editorial: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação/Editoração Eletrônica: Liber Comunicação Ltda. - (Telefones.: 495-2806 / 9996-31-55)

## Rede de Metrologia visa aperfeiçoar o sistema metrológico

**O**sires Silva, Diretor do Departamento de Tecnologia da FIE-SP fala sobre a instituição de uma Rede de Metrologia em São Paulo.

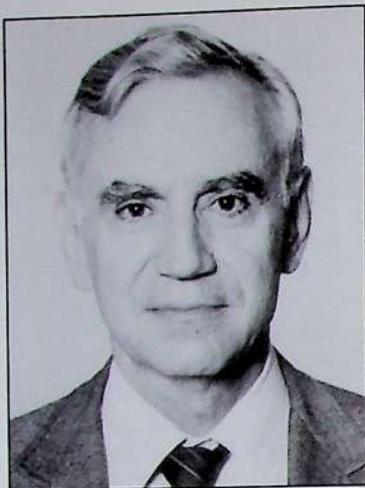
**IEE em Revista** - O que vem a ser a Rede de Metrologia em São Paulo? Quais são as suas finalidades?

**Osires Silva** - As correntes tendências de globalização das economias mundiais colocam os setores produtivos dos diferentes países pressionados quanto aos requisitos de custos, de qualidade e de desempenho dos produtos, como nunca aconteceu anteriormente. Na atualidade os consumidores, por força das telecomunicações globais, estão informados e colocam os produtos nacionais em direta competição com os importados, sempre que vão fazer alguma aquisição. Isto efetivamente tem uma profunda repercussão nos processos produtivos, nas tecnologias empregadas, nos métodos e processos utilizados para a fabricação etc. Assim, torna-se necessário aos países procurar criar uma base de apoio a tudo o que se refere à qualidade, à eficiência produtiva e à melhoria do desempenho dos produtos. Quando se fala em qualidade, ela não pode existir se não houver um sistema metrológico competente e eficaz.

No nosso caso, aqui no Estado de São Paulo, atendendo a um apelo do INMETRO que hoje prega a necessidade de descentralização, busca-se criar uma Rede de Metrologia, por iniciativa da FIESP e de um grupo de laboratórios independentes, que tem por objetivo aperfeiçoar o nosso sistema metrológico, buscando proporcionar todos os serviços de apoio necessários às empresas produtivas. É uma iniciativa que visa simplesmente prestar serviços; não tem como objetivo executar qualquer trabalho atualmente realizado pelas empresas ou pelos laboratórios.

**IEE em Revista** - Sabemos que existem outras redes estaduais já em funcionamento. Quais estão sendo os resultados positivos dessa implementação?

**Osires Silva** - Já há algumas redes estaduais em operação e a mais antiga e experiente é a do Rio Grande do Sul, cujos trabalhos já estão tendo ampla repercussão. Por outro lado no Paraná,



**Osires Silva** : os serviços não podem se deteriorar em função do preço

em Minas Gerais, na Bahia e em outros Estados, várias iniciativas significativas estão em curso.

**IEE em Revista** - A Rede possui informações sobre o número de laboratórios independentes, não-credenciados na RBC, existentes em São Paulo?

**Osires Silva** - A rede está se propondo a fazer todos os tipos de levantamentos cadastrais tão completos quanto possíveis, usando, muito em breve, inclusive a Internet, que estará disponível com a operacionalização da Rede.

**IEE em Revista** - Sabemos que as empresas, de um modo geral, buscam a certificação ISO 9000 que exige apenas a rastreabilidade dos instrumentos de referência utilizados nas calibrações. Como a Rede pretende atuar para atrair os laboratórios independentes para o credenciamento na RBC?

**Osires Silva** - A certificação da ISO 9000 é ampla. É desejável que as empresas procurem obtê-la. Os requisitos, é claro, dependem de cada empresa e também da organização certificadora. A tendência é de o processo se tornar cada vez mais seletivo e complexo, a fim de se manter o prestígio necessário e o valor da certificação. Embora consideremos que a Rede em São Paulo não estará diretamente ligada a este tipo de serviço, ela procurará trabalhar apoiando as iniciativas de melhoria da qualidade industrial e é justamente através da qualidade de suas atividades que se procura atrair os interessados. No

momento, estamos identificando as necessidades existentes e trabalhando diretamente para resolver os problemas que afetam a operação dos laboratórios e das indústrias.

**IEE em Revista** - Os laboratórios credenciados têm alguns custos fixos mais altos do que os dos laboratórios não-credenciados. Qual será a política da Rede para compensar essa desvantagem?

**Osires Silva** - Os custos sempre foram e serão elementos fundamentais da competitividade. Com o aumento do número dos laboratórios credenciados, imaginamos uma expansão da oferta de serviços, a qual, ao longo do tempo, poderá proporcionar um ambiente que favoreça a redução dos custos. No entanto, sempre se terá de considerar que os serviços a serem prestados não deverão se deteriorar como função dos preços. Sempre haverá preços justos para os serviços que forem prestados.

**IEE em Revista** - A infra-estrutura laboratorial e a qualificação dos recursos humanos necessários ao exercício das atividades metrológicas, para o atendimento das exigências da RBC (Rede Brasileira de Certificação) demandam recursos financeiros expressivos. A Rede pretende, de algum modo, pleitear a criação de linhas de financiamentos específicos para a prestação de serviços de calibração e de ensaios?

**Osires Silva** - O financiamento das atividades metrológicas é algo que já está sendo objeto de estudos por parte do INMETRO, procurando identificar agências capazes de proporcionar este tipo de serviço. Do mesmo modo, a Rede de Metrologia está também projetando, para futuro próximo, trabalhar nesse tópico, uma vez que, com a sofisticação dos sistemas de medida, é claro que novos e melhores equipamentos serão necessários e muitas vezes os recursos para essas aquisições podem não ser disponibilizados somente por capitais próprios.

**IEE em Revista** - Como vê os problemas atuais que o setor produtivo brasileiro vem

**“O financiamento das atividades metrológicas está sendo objeto de estudo por parte do INMETRO.”**

enfrentando com a política de abertura do nosso mercado?

**Osires Silva** - No Brasil vivemos momentos de grande preocupação. Sem dúvida, qualquer observador concorda que o Plano Real, posto em prática pelo Governo Federal em 1994, foi concebido e lançado como um magistral programa de combate à hiperinflação, sem que a população tivesse de sofrer as naturais dificuldades que a história registra em casos dessa natureza. No entanto, os analistas indicam que a sobrevalorização cambial, a falta de preparação prévia do parque produtivo nacional, a manutenção de uma política fiscal cara e ineficiente e a ausência de reformas estruturais na máquina pública, produziram desequilíbrios sérios nas contas governamentais. Tudo isto gerou dívidas, cujo pagamento será penoso para todos os protagonistas, povo, setor produtivo e para o próprio Governo.

O crescimento desse horizonte cinzento coloca desafios fundamentais, que somente poderão ser vencidos com novas e rápidas soluções que permitam estancar a enorme hemorragia caracterizada pelo aumento exponencial das dívidas públicas, interna e externa.

O grande problema é que isto não poderá ser feito voltando-se ao passado, fechando o mercado brasileiro ao acesso aos produtos estrangeiros. Os tempos são outros e o país poderá ser punido pelas organizações internacionais e pelo próprio crescimento das práticas ilícitas de comércio.

Neste cenário preocupante, entendo que a receita já seja conhecida. Aumento da eficiência em geral, da produtividade, da qualidade dos produtos que precisam agregar mais valor usando tecnologias criativas e gerando os empregos que tanto se clama. No entanto, isto não pode ser requerido somente da área privada; também o Governo precisa se tornar menor, menos custoso, mais eficiente e melhorar dramaticamente sua produtividade. A saída da situação crítica em que estamos não será fácil e pode tomar muitos anos para se começar a sentir os efeitos. No entanto, é preciso dar partida, e, tudo indica que as reformas institucionais, tanto reclamadas pelo Governo Fernando Henrique, devem ser o primeiro passo.

## Metrologia, desenvolvimento e qualidade de vida

GIORGIO MOSCATI / USP  
Membro do Comitê Internacional de Pesos e Medidas

**A** Metrologia ontem, hoje e no futuro. Procedimentos que acompanham a humanidade a diversos milênios, e que se tornam cada vez mais importantes no mundo moderno, são enfocados nesse estudo especialmente dedicados à metrologia e suas aplicações.

### Origens

A metrologia é a ciência, arte e técnica das medições. Historicamente, desde a antiguidade, o homem tem obtido benefícios na quantificação de observações e no uso de medições para melhorar suas possibilidades de sobrevivência e qualidade de vida. Como forma de linguagem, tem servido para facilitar a transmissão de informações entre pessoas, de diferentes lugares e diferentes épocas.

Referências a procedimentos de medição são encontrados em documentos antigos de quase todas as civilizações. Pesquisas arqueológicas têm revelado uma razoável quantidade de instrumentos usados no passado. Em particular, a Bíblia faz diversas referências a medições, estabelecendo a idéia de "dois pesos e duas medidas" com conotação claramente metrológica. O uso deste conceito pelos setores jurídicos, nada mais faz do que reforçar a associação sempre recorrente, desde a antiguidade mais remota, entre medições e justiça. É interessante notar que em diversas civilizações os deuses envolvidos em Medições e Justiça são os mesmos, como evidenciado por exemplo pelos escritos do Livro dos Mortos, documento do antigo Egito com mais de 4.000 anos.

Os instrumentos usados nas medições, seu controle e manutenção,

têm variado ao longo dos tempos, atendendo às necessidades dos diversos setores da sociedade, às tecnologias disponíveis em cada época e local, e às disponibilidades em recursos econômicos e humanos, passando por fatores ligados ao custo/benefício percebidos.

A área geográfica e as escalas de tempo a serem abrangidas por sistemas de medições têm tido uma importante influência sobre as estruturas adotadas em cada local e época.

O domínio das tecnologias e estruturas de controle das medições tem sempre estado associadas às estruturas dos vários poderes nas sociedades e

têm sido utilizadas como instrumento de poder, dominação, influ-

ência e lucros de diversos tipos.

Medições são usadas por praticamente todos os setores da sociedade, atendendo diversas necessidades, entre as quais citamos transações comerciais, processos produtivos, processos envolvendo controles sociais, procedimentos ligados à saúde, ao meio ambiente e segurança do trabalhador e dos cidadãos. No campo científico, todos os resultados quantitativos nas áreas de física, química e biologia - para respeitar uma das classificações das áreas de conhecimento da natureza do nosso universo -, envolvem medições.

Para que os resultados das medições tenham significado bem definido e possam ser compreendidos sem ambiguidade por amplos setores da sociedade, é necessário que estas sejam efetuadas em condições e seguindo regras e procedimentos amplamente aceitos e reconhecidos. Com a multidisciplinaridade das atividades humanas torna-se impossível utilizar

**Medições são usadas por praticamente todos os setores da sociedade.**

sistemas e procedimentos específicos para cada campo de atividade e conhecimento.

**Organização atual**

As necessidade expostas levaram à estruturação da Metrologia com dimensões universais, tanto em relação à geografia, quanto às áreas de conhecimento envolvidas. Estas estruturas envolvem organizações internacionais, regionais, nacionais, setoriais, estaduais, e outras, que devem ser adequadamente coordenadas em suas áreas de atuação, competências, formas de sustentação e vinculação.

Para a unificação internacional, um dos acontecimentos mais importantes foi o estabelecimento da "Convention du Mètre", em 1875, da qual participaram 17 países, e que iniciou formalmente a cooperação internacional no campo da Metrologia, estabelecendo:

- O "Bureau International des Poids et Mesures" (BIPM) como Organização e Laboratório Internacional de Metrologia.

- A "Conférence Générale des Poids et Mesures" (CGPM), que se reúne a cada 4 anos com a participação de Diplomatas e Metrologistas dos signatários da Convenção do Metro, hoje 48 países.

- O "Comité International des Poids et Mesures" (CIPM), composto por 18 membros eleitos pela CGPM, encarregado de supervisionar os trabalhos do BIPM e de tratar dos assuntos referentes à Convenção do Metro. O CIPM também coordena os trabalhos dos nove "Comité Consultatif" (CCs), formados por cientistas dos laboratórios nacionais envolvidos em pesquisas metrológicas, e de outros especialistas nomeados pelo CIPM.

Os CCs estão encarregados de coordenar os trabalhos de pesquisa nos diversos laboratórios nacionais, universidades e outros organismos, visando aprimorar a metrologia mundial.

Atualmente os trabalhos mais importantes desenvolvidos pelo sistema BIPM consistem em:

- Coordenação do Sistema Internacional de Unidades SI, que está em contínua evolução e atualização;

- Manutenção do Padrão Internacional de Massa, o "Quilograma Padrão Internacional";

- Coordenação Internacional da Pesquisa em Metrologia, oferecendo um fórum internacional para discutir as necessidades e os progressos da Metrologia Fundamental e Aplicada,

visando apoiar o comércio, a indústria, a saúde, a segurança, o meio ambiente e a ciência, no que se refere a medições;

- Criação de mecanismos para estabelecer a "Equivalência" dos "Padrões

Nacionais" dos países da Convenção do Metro, visando acordos de reconhecimento mútuo de certificados de medições emitidos por Laboratórios pertencentes às diversas Redes Nacionais de Calibração, com a finalidade de facilitar o comércio internacional, e cooperando na gestão das barreiras não-tarifárias, em apoio ao livre comércio. O CIPM está estudando mecanismos para estender estes benefícios a todos os países, mesmo não-signatários da Convenção do Metro. Esta ação se torna necessária, para não caracterizar uma barreira ao Livre Comércio.

Esta estruturação do Sistema Metrológico Mundial deve estar coordenada com outras estruturas como as de Normalização (como a ISO) e de Certificação de Serviços e Produtos, e com organizações específicas de Metrologia Legal, como a

**Hoje, os mercados mundiais são extremamente exigentes em termos de qualidade e segurança.**

Organização Mundial de Metrologia Legal (OIML), o que ocorre através de freqüentes contatos e troca de informações, bem como de participações cruzadas em Conselhos e Comitês.

A nível nacional, os diversos países organizam seus sistemas metrológicos usando diferentes modelos. O importante é que estejam estruturados de forma que cada país possa ter um porta-voz capaz de representá-lo nos fóruns internacionais de discussão e decisão.

No Brasil, a metrologia está estruturada no Sistema SISMETRO, CONMETRO, INMETRO, e reúne em uma única estrutura a Metrologia, Normalização, Qualidade e Certificação. Comparado com sistemas de outros países, é bastante moderno, mas deve ainda evoluir significativamente em estrutura e capacitação, para atender as necessidades do país nesta fase de grandes modificações da ordem econômica, comercial e industrial, trazidas pelos movimentos de globalização.

**Desenvolvimento**

Pelo exposto, se pode ter uma idéia da importância da metrologia para o processo de desenvolvimento do país. Hoje os mercados mundiais são extremamente exigentes em termos de qualidade e segurança dos produtos que adquirem. Do ponto de vista das importações o país deve se proteger dos produtos de baixa qualidade, que competem, às vezes de forma pouco ética, com produtos nacionais. Somente um sistema metrológico independente, forte e competente pode suportar o desenvolvimento do país, apoiando as exportações e defendendo o mercado interno de

pressões e agressões.

A metrologia é uma importante arma para o desenvolvimento, contribuindo para a produtividade dos sistemas produtivo e de serviços, o que é necessário para dar competitividade ao país e é essencial para proteger empregos e a economia nacional. É também uma arma de defesa para impedir agressões e fraudes de competidores inescrupulosos.

**Qualidade de vida**

A metrologia é um instrumento importante para o funcionamento da sociedade. Por um lado, facilita o comércio, a produção e os serviços, fazendo com que a competição entre empresas e países opere em bases mais transparentes e justas, promovendo uma competição mais ética e sadia.

Por outro lado, uma das grandes preocupações da metrologia é o cidadão, que é muito vulnerável a abusos e explorações. Esta preocupação está presente nas atividades do sistema BIPM e, no Brasil, do sistema INMETRO, onde a proteção do cidadão, trabalhador e consumidor são prioritárias.

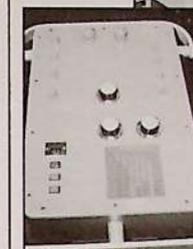
O campo de atuação da metrologia deverá aumentar significativamente com a maior percepção, por parte do cidadão, de seus direitos, o que depende muito de sua educação e cultura.

Finalizando, a mudança de uma economia fechada e protegida para a globalização está trazendo grandes desafios que devem ser vencidos para inserir plenamente o país na nova ordem mundial e para levar à população os benefícios que os progressos tecnológicos têm a oferecer em termos de justiça, segurança e qualidade de vida.

O professor Giorgio Moscati é do Instituto de Física, do Instituto de Eletrotécnica e Energia e da Fundação Vanzolini, da Universidade de São Paulo, além de membro do Comitê Internacional de Pesos e Medidas CIPM/ BIPM.



Sistema automático para calibração de transformadores para instrumentos, no LAEME



**Laboratórios de Calibração do IEE/USP**

LUIZ CARLOS LOPES - IEE/USP

*A intensificação das atividades na área de calibração, a ampliação das faixas de medição e a necessidade permanente de melhoria de incertezas fizeram com que o IEE/USP ampliasse a área ocupada com essas atividades, com um novo prédio recentemente inaugurado.*

**Introdução**

O Serviço Técnico de Metrologia Elétrica (STME) credenciado na Rede Brasileira de Calibração (RBC) do INMETRO, sob o nº 014, dispõe, até o presente momento, de três laboratórios de calibração na área de Eletricidade: Padrões Elétricos - LAPEL, Aferição e Calibração - LACAL e Equipamentos de Medição - LAEME. Os seus principais objetivos são:

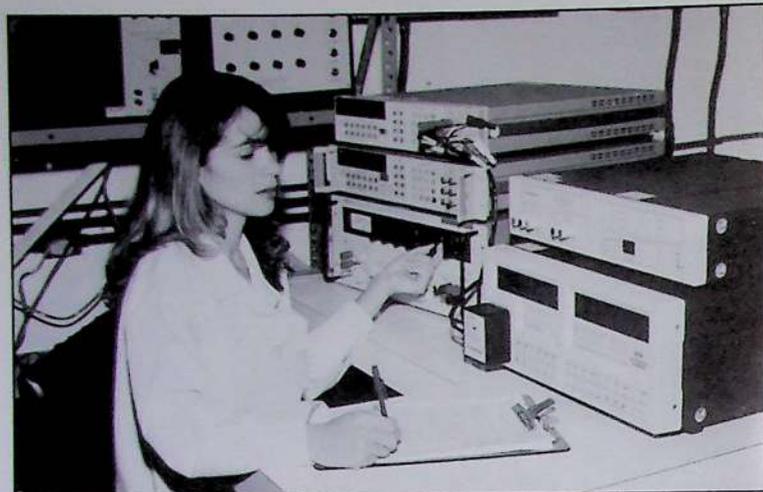
- Conservação dos padrões de referência, nas grandezas da sua atuação;
- Manutenção da rastreabilidade das grandezas elétricas aos padrões nacionais;
- Execução das calibrações dos instrumentos/equipamentos elétricos, nas áreas de sua competência, dos laboratórios de ensaios do IEE/USP e,
- Prestação de serviços de calibração de instrumentos/equipamentos elétricos

cos à comunidade.

No momento, o STME está sendo instalado no novo Prédio da Divisão de Energia do IEE/USP, ocupando uma área de 600m<sup>2</sup>, dos quais 430m<sup>2</sup> são destinados aos seus laboratórios e 170m<sup>2</sup> ao suporte administrativo. Esses laboratórios tiveram áreas físicas aumentadas, bancadas de trabalho remodeladas, novas instalações elétricas, controle ambiental modernizado e, principalmente, receberam novos equipamentos de calibração e de ensaios, além de modernos recursos de informática, aplicados para a execução das suas atividades.

Recentemente, esses laboratórios foram objeto de uma visita de supervisão da equipe de avaliadores da RBC/INMETRO, visando a manutenção dos nossos serviços na Lista de Serviços Credenciados da Rede Brasileira de Calibração, onde estamos desde 1989. Naquela época, tínhamos apenas quatro serviços de calibração credenciados: pilhas-padrão, resistores-padrão, voltímetros de tensão contínua e fontes de tensão contínua, executados pelo antigo Laboratório de Padrões, localizado na Praça Cel. Fernando Prestes, no bairro do Bom Retiro.

Essa pequena lista de serviços foi

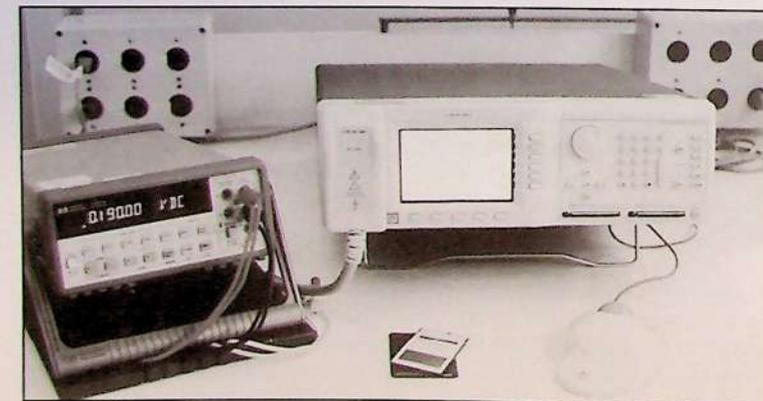


umentando cada vez mais e ainda não parou de crescer, como também não parou de aumentar a competência do seu pessoal técnico, muitos deles continuando até hoje e permitindo que o IEE possua vários metrologistas especializados com mais de 12 anos de experiência laboratorial.

**Cenário**

O Manual da Qualidade do IEE/USP e os manuais da qualidade

**O Laboratório de Equipamentos de Medição é atualmente o único no Brasil credenciado em TPs até 35 kV e TCs até 5kA**



**A competência do seu pessoal técnico não parou de crescer; hoje há vários metrologistas com mais de doze anos de experiência laboratorial.**

**Sistema de calibração multifunção para instrumentos digitais acima de 5 dígitos no LAPEL.**

específicos de cada laboratório estão baseados no ABNT/ISO IEC Guia 25, na norma NIG-DINQP 020, do INMETRO, e na norma ISO 9002, pois pretende-se obter também a Certificação ISO 9002.

Os novos calibradores e instrumentos de medição adquiridos permitirão uma ampliação da capacitação de prestação de serviços dos laboratórios, tanto pela extensão das faixas de calibração como pela redução de incertezas de medição para as diversas grandezas elétricas.

Assim, o LAPEL poderá assegurar a rastreabilidade metrológica, junto ao INMETRO, dos Padrões de Referência de tensão C.C. e de resistência ôhmica do IEE/USP, mantidos por esse laboratório; será possível, ainda, melhorar as condições de calibração de resistores-padrão e

estender a faixa superior de medição para 100 megohms.

Da mesma forma, o LACAL ampliará as faixas de medição e reduzirá significativamente as incertezas de medição para a execução de serviços de calibração de instrumentos elétricos nas diversas grandezas, tais como tensão (C.A./C.C.), corrente (C.A./C.C.), potência (C.A./C.C.), energia, indutância, capacitância, resistência, tempo e frequência. Além disso, esse laboratório aumentará a sua capacidade de atendimento a seus clientes, reduzindo substancialmente o tempo de execução das calibrações, através da automatização dos processos de calibração.

O LAEME executa serviços de calibração em equipamentos de medição em alta tensão e alta corrente C.A e C.C., tais como divisores de tensão e quilovoltímetros, derivadores de corrente, capacitores-padrão para alta tensão, etc. Este laboratório é atualmente o único no Brasil credenciado na RBC/INMETRO para executar ensaio de exatidão em transformadores de potencial com tensão primária na faixa de 100V até 35.000V e de transformadores de corrente na faixa de 500mA até 5.000 A.

O quadro I mostra a situação atual e a pretendida, em relação às áreas de

**Calibrador multifunção para instrumentos digitais até 4 ½ dígitos, no LACAL.**

Quadro I

ATUAL	PRETENDIDA
Área de Atuação	Áreas de Atuação
Eletricidade	Eletricidade (extensão)
	Tempo e Frequência
	Óptica

atuação dos serviços de calibração credenciados na RBC.

**Conclusão**

A extensão na área de Eletricidade, a solicitação de credenciamento na área de Tempo e Frequência, já oficializadas ao INMETRO, e o pedido de credenciamento na área de Óptica para a calibração de fotômetros (luxímetros), serviço que já é executado há muito tempo pelo Laboratório de Fotometria, transformarão a situação do

Quadro II

ÁREA	GRANDEZAS/ INSTRUMENTOS	LIMITES DE FAIXAS ATUAIS	LIMITES DE FAIXAS PRETENDIDAS
Eletricidade	Tensão Alternada	0,25V a 1kV	2mV a 150kV
	Tensão Contínua	1mV a 1kV	20µV a 150kV
	Corrente Alternada	10µA a 1A	10µA a 5000A
	Corrente Contínua	10µA a 30A	10µA a 1500A
	Resistência	100µΩ a 100MΩ	100µΩ a 1 TΩ
	Capacitância	100pF a 1100nF	1pF a 1100nF
	Potência Elétrica	75V a 300V/500mA a 20A, f.p. 0 a 1	15V a 480V/50mA a 20A, f.p. 0 a 1
	Energia Elétrica	40V a 560V e 100mA a 100A, f. p. 1 e 0,5	
	Transformadores de Corrente	500mA a 5000A	
Tempo e Frequência	Transformadores de Potencial	100V a 35000V	100V a 150000V
	Osciloscópios		Até 10MHz
Óptica	Geradores de Sinais		Até 10MHz
	Fotômetros		35lux a 2600lux

primeiro para o segundo quadro abaixo, num futuro bem próximo.

O engº Luiz Carlos Lopes é diretor do Serviço Técnico de Metrologia Elétrica do IEE/USP.

## Novos critérios para credenciamento de laboratórios

LUIZ EDUARDO LIMA  
Consultor da Comissão da Qualidade do IEE/USP

**O**s critérios de credenciamento dos laboratórios, definidos pelo INMETRO, foram atualizados. A nova norma, já em vigor, apresenta certas diferenças em relação à edição anterior, diferenças essas comentadas no texto que segue, pressupondo-se já o conhecimento dos termos da norma anterior, de 1994.

**Introdução**

Em abril deste ano, o INMETRO emitiu oficialmente a norma interna NIG-DINQP-020: Critérios para o Credenciamento de Laboratórios de Calibração e Ensaio, que substituiu a antiga NI-DINQP-024, cuja revisão 2 estava em vigor desde 1994, lembrando-se que uma versão preliminar já havia sido passada informalmente aos laboratórios credenciados, no início do corrente ano.

**Aspectos de Forma**

A antiga NI-DINQP-024 era um documento baseado na edição de 1993 do Guia ABNT ISO/IEC 25 e em requisitos próprios do INMETRO, porém com uma organização própria, onde cada capítulo agrupava os requisitos relativos a um dado tema, de forma semelhante à organização do Guia 25. Era relativamente difícil distinguir os requisitos advindos do Guia 25 daqueles do próprios INMETRO.

A NIG-DINQP-20 foi concebida como um conjunto de requisitos complementares aos existentes no Guia 25, adotando a mesma organização desse documento. Assim, é fundamental que ambos os documentos não sejam usados separadamente.

Conservou-se assim o pecado original do Guia 25, que é sua organização recorrente, na qual o agrupamento dos requisitos em capítulos não é suficiente para exaurir as informações sobre um dado tema. Um exemplo claro dessa recorrência, que dificulta

muito o uso da norma, é o assunto Lista de Signatários, que aparece nos itens 4.5, 5.4.g e 6.5 da NIG-DINQP-20.

Em contrapartida, obtém-se maior transparência, ou seja, ficou muito fácil identificar os requisitos próprios do INMETRO. Nos capítulos que se seguem apresentamos e comentamos as principais mudanças conceituais desse documento com relação à norma NI-DINQP-024.

**Sistema da Qualidade, Auditoria e Análise Crítica**

**Sistema da Qualidade**

As principais alterações relativas à caracterização do Sistema da Qualidade ocorreram nos requisitos referentes à Política da Qualidade, ao Manual da Qualidade e ao Controle de Documentos. No item 5.3.f, preconiza-se que a intenção de cumprir o Guia 25 e a NIG-DINQP-20 seja incorporada à Política da Qualidade da instituição. Esse requisito soa como

um ato de fé compulsório a esses documentos, e assim ficaria melhor como cláusula do contrato de credenciamento.

O item 5.4.a estabelece que a política de cada requisito do Sistema da Qualidade deve estar expressa no Manual da Qualidade. Esse requisito ajuda a resolver um problema, nem sempre trivial: o de definir o que deve ficar no Manual e o que deve ser descrito nos Procedimentos.

Segundo o item 5.4.d, o Manual deveria definir as atribuições e responsabilidades do Gerente da Qualidade e do Gerente Técnico. No caso de laboratórios maiores, com diferentes credenciamentos e com laboratórios em diferentes divisões administrativas, o cumprimento dessa exigência pode ser complicado.

O item 4.5, define a responsabilidade pelo conteúdo dos certificados e relatórios e permite que se retire essa atribuição do Gerente Técnico.

O item 5.4.g prescreve que a lista de signatários autorizados, de certificados e relatórios, seja incorporada ao Manual da Qualidade. Essa exigência obrigaria os laboratórios a mudar a edição de seu manual todas as vezes que atualizarem a lista de signatários. O Guia 25 é mais razoável: a lista de signatários pode fazer parte do Manual ou da Documentação da Qualidade.

A sistemática para Controle de Documentos está especificada nos itens 5.6 até 5.10. De um modo geral, o controle de documentos ficou mais semelhante ao da ISO 9002 com o aprimoramento dos requisitos de aprovação e identificação e a inclusão do controle de documentos de origem externa.

Há, contudo, alguns exageros:

- a responsabilidade pelo controle de documentos não precisaria ser do Gerente da Qualidade (basta definir o tipo de controle a ser feito),

- a exigência de remeter uma cópia controlada do Manual da Qualidade ao INMETRO pode se tornar problemática tanto para os laboratórios como para o próprio INMETRO.

#### Auditoria da Qualidade

Os itens 5.11, 5.14 e 5.15 descrevem

os requisitos adicionais para a realização de Auditorias da Qualidade. Esses itens estabelecem uma regulamentação bastante similar a da ISO 9002, com a especificação de que:

- todos os aspectos do Sistema da Qualidade sejam analisados pelo menos uma vez por ano;
- sejam mantidos registros do planejamento, da realização, das observações e das não-conformidades;
- a organização e o acompanhamento das ações corretivas sejam de responsabilidade do Gerente da Qualidade.

#### Análise Crítica do Sistema da Qualidade

Os itens 5.12, 5.13, 5.16 e 5.17 especificam quais os aspectos que devem ser levados em conta na Análise Crítica do Sistema da Qualidade, quem deve participar do processo e como devem ser feitos registros dessa avaliação. Define ainda o Gerente da Qualidade como responsável pela implementação das ações nos prazos acordados. Esse conjunto de regras orientam, de uma forma mais detalhada, como deve ser desenvolvida a Análise Crítica.

#### Calibração e Rastreabilidade

O capítulo 9 preconiza que os equipamentos utilizados em medições subsidiárias, como termômetros, higrômetros, termo-higrógrafos e outros também sejam calibrados regularmente. Uma interpretação abrangente do Guia 25 tornaria desnecessária a inclusão desse item complementar. O INMETRO procurou, porém, evitar quaisquer dúvidas a esse respeito.

O item 9.2 estabelece que a periodicidade entre calibrações deve ser aprovada pelo INMETRO. Fica em aberto, porém, se essa aprovação seria feita durante as auditorias ou sob consulta dos laboratórios, antes de alterar uma periodicidade já aprovada. Seria desejável, tanto para os laboratórios quanto para o INMETRO, que houvesse um canal adequado para o encaminhamento dessas questões, porque essa é uma diretriz muito importante para o aprimoramento dos laboratórios.

#### Métodos de Calibração e Ensaios

A principal alteração referente a esse capítulo se refere à obrigatoriedade do Cálculo de Incerteza no caso de labo-

ratórios de calibração ou, no caso de ensaio, quando for especificado pelo cliente.

O laboratório deve ter um procedimento definido para a determinação da melhor capacidade de medição, para a determinação da incerteza e deve levar em consideração todos os componentes importantes.

Os itens 10.1 e 10.4 estabelecem a necessidade de aprovação pelo INMETRO, para manter normas não atualizadas no escopo do credenciamento ou de usar métodos desenvolvidos pelo próprio laboratório. Segundo o Guia 25, basta haver aceitação do cliente.

#### Certificados e Relatórios

De um modo geral, as alterações deste capítulo permitiram o aumento da flexibilidade na emissão de certificados ou relatórios. O laboratório pode emitir certificados simplificados para uso interno, desde que seja assegurado o acesso a todas as informações necessárias para repetição da calibração ou ensaio. As novas regras para correções ou acréscimos a um certificado são mais flexíveis, permitindo emitir um novo certificado/relatório completo que cancela e substitui o relatório a ser alterado.

Numa direção restritiva, o item 13.6 estabelece a necessidade de aprovação prévia e formal do cliente, quando houver necessidade de ajuste no instrumento a ser calibrado. Nesses casos, devem ser relatados os resultados de ambas as calibrações. Os itens 13.7 e 13.9 regulamentam a emissão de certificados com declaração de conformidade ou de julgamentos profissionais.

#### Registros

Tal como a ISO 9002, a NIG-DINQP-20 dá um tratamento mais abrangente aos registros da qualidade. O laboratório deve definir política e procedimento para identificar, coletar, indexar, ter acesso, guardar e distribuir registros da qualidade. Esse é, praticamente, o mesmo tratamento recomendado pela ISO 9002. Há regras para estabelecer a correlação entre os diferentes elementos de um dado registro e entre diferentes registros de um mesmo evento, visando fortalecer a rastreabilidade entre registros rela-

cionados com um relatório ou certificado. Uma lacuna que se destaca é que não é feita nenhuma especificação para registros gerados ou armazenados em meio magnético. Como a tendência natural é a informatização de registros, seria interessante introduzir algumas regras nesse sentido.

#### Conclusões

Com a emissão da NIG-DINQP-020, o INMETRO procurou preservar e aprimorar algumas particularidades do Sistema da Qualidade para laboratórios brasileiros, que já estavam estabelecidas

na NI-DINQP-024.

Além disso, o INMETRO procurou modernizar o Sistema da Qualidade para laboratórios brasileiros antecipando a implantação de alguns requisitos que estão previstos no "draft" da nova edição do Guia 25, o que, em linhas gerais, representa uma aproximação na direção do modelo ISO 9002.

Há alterações que permitem maior flexibilidade gerencial e operacional aos laboratórios (principalmente aos de maior porte), visando corrigir viés da edição de 93

do Guia 25 que, em alguns pontos, considerava os laboratórios como unidades especializadas em uma só área. Neste trabalho apontamos algumas pequenas distorções onde isso não ocorreu.

Por outro lado, a antecipação do "draft" da nova edição do Guia 25, em geral, representou um aumento de rigor nos requisitos do Sistema da Qualidade. Para o IEE/USP a repercussão dessas alterações não foi muito problemática em virtude dos planos do Instituto em obter a certificação ISO 9002.

## INMETRO é a primeira Agência Executiva criada no País

ARNALDO PEREIRA RIBEIRO

O INMETRO é um instituto que efetua o credenciamento na área de certificação de sistemas de qualidade de gestão ambiental, de produto e de pessoal. Além disso, atua no setor de treinamento de auditores de sistemas de qualidade e gestão ambiental e de inspetores. Recentemente, obteve novo enquadramento pelo Projeto Agências Executivas do Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo, o que poderá auxiliá-lo no atendimento de suas finalidades.



Arnaldo Pereira Ribeiro

O INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, autarquia do Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo, é a primeira Agência Executiva do País, criada em 28 de julho deste ano, por meio do Contrato de Gestão assinado com o referido Ministério.

O Ministério da Administração e Reforma do Estado (MARE) vem desenvolvendo um trabalho muito importante na formulação de um novo modelo de administração pública. Fruto deste trabalho, o projeto Agências Executivas é da maior relevância, tendo sido concebido a partir de uma diretriz básica do Governo Federal, que é a de distinguir, em níveis diferentes de atuação, as duas funções primordiais do Estado:

- no âmbito da Administração Direta, a função de formulação e avaliação das

políticas públicas e a supervisão das instituições responsáveis por sua implementação;

- no da Administração Indireta, a função de implementação das políticas públicas.

É no âmbito da implementação das políticas públicas (Administração Indireta), naquilo que o caráter desta implementação tiver de exclusivo do Estado, que se situa o projeto Agências Executivas.

Assim, todas as atividades de execução de serviços exclusivos do Estado poderão ser realizadas por instituições descentralizadas (autarquias e fundações) qualificadas como Agências Executivas, as quais, para alcançarem maior eficiência, eficácia e efetividade na sua atuação, terão ampliada a sua autonomia de gestão, ficando sujeitas a um controle por resultados.

A proposta não é instituir uma nova figura jurídica na administração pública, mas tão somente estabelecer uma qualificação a ser concedida por decreto presidencial específico. Para que um órgão da Administração Indireta possa se qualificar como Agência Executiva, devem ser preenchidos dois importantes pré-requisitos: a existência de um plano estratégico de reestruturação e desenvolvimento institucional em andamento e a assinatura do Contrato de Gestão com o Ministério supervisor do órgão qualificado. São objetivos deste contrato:

a) o fortalecimento da supervisão e do controle ministeriais sobre os resultados das políticas públicas sob sua responsabilidade;

b) a promoção do controle social e a publicidade dos resultados esperados;

c) a elevação do grau de efetividade do papel institucional, isto é, o aumento da eficácia das ações finalísticas;

d) a busca contínua da eficiência na utilização dos meios alocados sob gerenciamento do órgão qualificado.

O planejamento estratégico deve gerar ações de aprimoramento da qualidade da gestão do órgão, melhorando sua atuação, o atendimento aos seus clientes e a utilização dos recursos públicos. Já o Contrato de Gestão define objetivos estratégicos e metas que o órgão deverá atingir, em determinado período de tempo, assim como os indicadores que servirão para medir o desempenho do órgão no cumprimento dos compromissos.

dos firmados pelo Contrato.

O Projeto Agências Executivas possibilitará às instituições responsáveis pela prestação de serviços públicos de responsabilidade exclusiva do Estado, uma atuação transparente e planejada, com orientação para os resultados demandados por seus clientes/ usuários, possibilitando o exercício do controle social pela sociedade. Na verdade, o objetivo do Governo Federal é ainda mais ambicioso na medida em que estabelece que os órgãos candidatos à qualificação como Agências Executivas deverão promover a avaliação do seu modelo de gestão com base nos critérios do Prêmio Qualidade do Governo Federal que, por sua vez, são os mesmos critérios do Prêmio Nacional da Qualidade. O objetivo é, pois, a "classe mundial", o que é indicador de que aquelas instituições públicas que estão concorrendo a este prêmio, no seu primeiro ciclo de premiação, neste ano de 1998, como é o caso do INMETRO, demonstram estar efetivamente comprometidas com a melhoria da qualidade de seus processos. O compromisso se torna ainda mais sério na medida em que esta jornada jamais terá fim, pois a melhoria da qualidade tem que ser contínua.

O famoso relatório Gore (sobre a produtividade do governo norte-americano, elaborado em 1993) reconheceu as difi-

culdades relativas à medição de resultados nas áreas de governo, tendo em vista que os funcionários públicos geralmente não se preocupam com os resultados do seu trabalho. O mesmo relatório justifica o fato pelo condicionamento destes funcionários à burocracia processual e esclarece não ser tão simples estabelecer medições de desempenho onde não existam preocupações com custos operacionais, tempos de ciclo ou produtividade da força de trabalho. No Brasil, a cultura organizacional comum aos órgãos públicos também tem sido um pouco refratária ao uso de indicadores de desempenho por motivos semelhantes. O usual é a medição do volume de trabalho e não dos seus resultados para a sociedade.

Um Estado eficiente e eficaz deve ser o objetivo de qualquer governo simplesmente porque é uma necessidade primordial da sociedade organizada. Todavia, a eficiência e a eficácia só poderão ser alcançadas através do contínuo aperfeiçoamento dos processos de trabalho em todos os organismos públicos que representam o Estado.

Boa parte do funcionalismo público brasileiro, apesar dos baixos salários e da forte estruturação hierárquica que caracterizam a grande maioria dos órgãos governamentais, está comprometida com a eficiência e a eficácia de suas atividades,

sabendo que: a eficácia precisa ser medida junto aos clientes diretos dos órgãos públicos através de indicadores de satisfação, e a eficiência deve ser medida dentro dos processos de trabalho por meio de indicadores de qualidade e produtividade.

C. K. Prahalad ensina que "a geração da riqueza se dá no nível do processo e, se não conhecermos o processo, não poderemos criar riqueza". Concentrar o foco nos processos de trabalho, introduzindo conceitos comprovadamente eficazes como o da cadeia cliente-fornecedor, certamente provocará a queda das barreiras interáreas, a eliminação dos "feudos de poder", o trabalho integrado, a melhoria qualitativa dos serviços prestados e, em consequência, o surgimento de ganhos de produtividade. Contando com o necessário apoio dos governantes, caberá aos dirigentes e funcionários dos órgãos públicos, sejam eles federais, estaduais ou municipais, investir no aperfeiçoamento dos seus processos de trabalho e, a exemplo do INMETRO, assumir a difícil mas promissora jornada rumo à excelência.

**Arnaldo Pereira Ribeiro é engenheiro metalúrgico formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, especialista em qualidade e gestão, ex-presidente e atual representante da presidência do INMETRO em São Paulo.**

## As demandas de metrologia na área do meio ambiente

JOSÉ GOLDEMBERG  
GIORGIO MOSCATI

As preocupações com o meio ambiente são relativamente recentes e portanto a definição "do que polui" e "o nível de poluição que pode ser tolerado" são temas de pesquisa corrente. Exemplo disso é a preocupação atual com fibras de amianto em construções escolares, que nunca foram consideradas sérias no passado mas que no momento atraem grande atenção.

Conflitos entre setores da sociedade e entre nações, envolvendo a questão do meio ambiente e aos impactos ambientais de grandes obras e projetos estão sendo amplamente discutidos em foros nacionais e internacionais e normas e procedimentos de controle estão sendo criados. O atendimento às normas exige legislação que está sendo criada "pari passu" à implemen-

tação de mecanismos de verificação de seu cumprimento e punição das infrações.

As demandas específicas do setor são de dois tipos:

- definição de quais produtos ou fenômenos devem ser objeto de preocupações ambientais e como escolher indicadores apropriados; e,
- métodos não controversos de medição destes indicadores.

Por exemplo, a qualidade da água represada em reservatórios usados para geração de energia hidroelétrica é um indicador ambiental importante que pode ser estabelecido de várias formas, tal como a quantidade de oxigênio por litro. Frequentemente são propostos indicadores mais sofisticados e que não se prestam muito bem a medidas precisas. Feita a escolha, é essencial que as medidas possam ser feitas de forma padronizada,

confiável e reprodutível, com equipamentos móveis uma vez que a colheita de amostras é frequentemente feita "in loco", como, por exemplo, a medição da qualidade do ar.

As consequências econômicas e sociais da escolha e utilização de indicadores de qualidade do ar (bem como sua medição) podem ser enormes. Por outro lado, aparelhos de medição descalibrados podem dar origem a decisões injustificadas como a falta de ação em caso de perigos iminentes ou a implantação de medidas de emergência desnecessárias. Em ambos os casos, os prejuízos financeiros e sofrimentos desnecessários impostos à população podem ser muito grandes.

**Artigo preparado como contribuição ao Plano Nacional de Metrologia - PNM, do Comitê Brasileiro de Metrologia - CBM (CONMETRO)**

## Concluída a reforma do Laboratório de Alta Tensão

CELSO PEREIRA BRAZ - IEE/USP

Um dos mais tradicionais e importantes laboratórios do IEE/USP sofreu uma profunda reforma, tornada possível em função de um financiamento significativo da Fundação de Auxílio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Com essa reforma, o referido laboratório readquiriu sua capacidade na área, posicionando-se entre os principais existentes na sua modalidade.

A primeira fase do plano de recuperação do Laboratório de Alta Tensão do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP) foi concluída em setembro passado, com uma reforma geral do seu interior. A cabine de comando foi ampliada, a ponte rolante, utilizada para movimentação de equipamentos, foi modernizada, a intensidade da iluminação foi duplicada e foram trocados o telhado, o forro e o piso.

A atual reforma do prédio, inaugurado em 1952, foi iniciada no primeiro semestre de 1997 e dividida em quatro etapas. Na primeira fase, realizada com recursos do próprio IEE/USP, foi trocado o telhado do edifício.

A segunda etapa foi executada com recursos da FAPESP, iniciada em fevereiro de 1998, para a troca do forro e pintura.

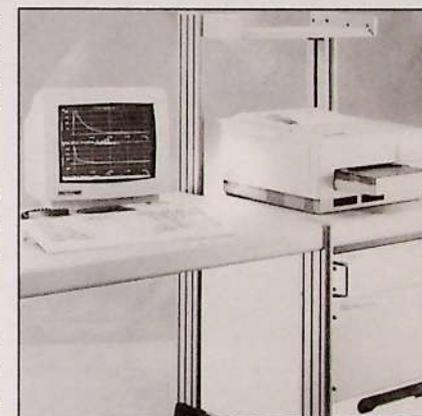
Na terceira etapa foram executadas a reforma da ponte rolante e a troca do piso. Também foi feita a manutenção da malha de aterramento do Laboratório.

Na quarta e última etapa foram realizadas a reforma e ampliação da iluminação e da cabine de comando. O nível de iluminação baixo foi uma das não-conformidades detectadas em auditoria realizada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) em novembro de 1997, fato também percebido pelos funcionários do Laboratório.

A cabine de comando abrigava apenas o sistema de comando e medições de impulso, sendo que a parte de frequência industrial ficava próxima a fonte de 60

Hz, causando um certo desconforto para inspetores e funcionários. A nova cabine tem condições de acomodar os dois sistemas de comando e medições, além de ter espaço suficiente para outros equipamentos utilizados em ensaios de medição de radiointerferência e descargas parciais, entre outros. A área da cabine de comando passou de 15 m<sup>2</sup> para aproximadamente 40 m<sup>2</sup>. As três últimas fases dessa reforma foram realizadas com recursos liberados pela Fapesp.

Terminada a reforma da parte interna, os esforços agora estão voltados para a modernização do laboratório. Para isso foi criado em 1993 um Grupo de Pesquisa em Altas Tensões. A proposta desse Grupo era aproveitar a experiência do IEE/USP em ensaios de alta tensão



Novo digitalizador para medição de impulsos

aplicá-la para a calibração de sistemas de alta tensão. Os objetivos, descritos no documento técnico "Desenvolvimento de um Sistema de Medição Aprovado para Ensaios de Impulso em Alta Tensão", eram a qualificação do pessoal em relação às técnicas de avaliação de sistema de medição e o desenvolvimento de um Sistema de Medição Aprovado, até 500 kV, que satisfizessem os requisitos da norma IEC 60-2, High Voltage Test Techniques (na época ainda em projeto) para uso em ensaios de impulso no Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP.

Esse grupo foi responsável por vários projetos que resultaram em diversos pro-

duetos, muito importantes para a implantação da norma NBR IEC 60-2 - Ensaios Elétricos em Alta Tensão, no Brasil. Entre eles estão um programa computacional para avaliação dos parâmetros da resposta ao degrau em divisores de tensão; um sensor de campo elétrico, utilizado para controle da linearidade de sistemas de medição de alta tensão; um divisor de tensão com parâmetros ajustáveis, para uso didático; e um divisor de tensão resistivo de referência, para até 500 kV, para ser utilizado em calibrações de sistemas de medição de impulso em alta tensão.

Com a experiência adquirida por esse grupo, foi possível, junto com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel, e o LAC-Copel/UFPr (Laboratório Central de Pesquisa e Desenvolvimento - Companhia Paranaense de Energia / Universidade Federal do Paraná), e coordenados pelo INMETRO, participar do projeto PADCT/TIB 03/94 Metrologia em Alta Tensão - Implantação do Sistema Nacional de Calibração e Certificação de Sistemas de Medição, que possibilitou a aquisição de um digitalizador para medição de impulsos de tensão, que fará parte do sistema de medição de referência do Laboratório e o treinamento de três engenheiros do IEE/USP em laboratórios de calibração da Europa.

Hoje o IEE/USP está apto a iniciar o serviço de calibração de sistemas de impulsos de alta tensão e a partir de 1999 esta deverá ser uma das principais atividades do Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP.

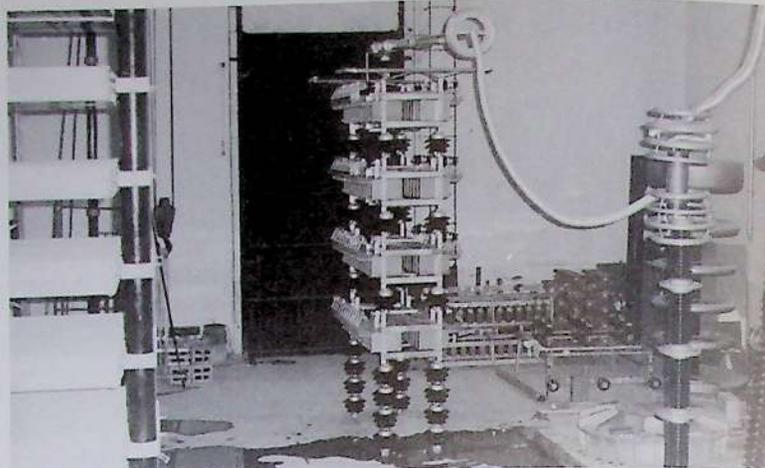
Em outro projeto, também financiado pela Fapesp, denominado Equipamentos Multiusuários, está sendo adquirido mais um digitalizador para medição de impulsos da Haefely para uso em ensaios, calibrações e pesquisas, o que possibilitará, entre outros, a realização de ensaios de impulso em transformadores, paralisados desde 1996 e uma melhora na qualidade das pesquisas desenvolvidas no IEE/USP, inclusive aumentando a interação do IEE com outros centros de

pesquisas.

Hoje, a Seção Técnica de Alta Tensão - STAT está envolvida em quatro grandes projetos, dois já citados anteriormente: Desenvolvimento de um Sistema de Medição Aprovado para Ensaios de Impulso em Alta Tensão e Metrologia em Alta Tensão - Implantação do Sistema Nacional de Calibração e Certificação de Sistemas de Medição. Os outros são: Surtos na Rede Secundária e Compactação de Subestações de 138 kV. O primeiro tem por objetivo principal a elaboração de recomendações técnicas relativas à proteção de redes secundárias de distribuição contra descargas atmosféricas, contemplando a definição dos requisitos mínimos a serem atendidos pelos dispositivos de proteção e o estabelecimento de critérios para sua utilização. O Laboratório de Alta Tensão atuará principalmente nos estudos das normas atuais e na realização de ensaios em dispositivos de proteção de redes secundárias, disponíveis no mercado.

No segundo, objeto da matéria de capa da IEE em Revista nº 2, ano III, de 1997, estuda-se a possibilidade de redução das distâncias entre fases de subestações de 138 kV. Para isso, vários ensaios foram realizados em um protótipo construído exclusivamente para esse fim no IEE/USP. O projeto está sendo realizado para subestações com nível básico de isolamento (NBI) de 650 kV, 550 kV e 450 kV. Os testes para os dois primeiros NBIs já terminaram e até o final do ano o projeto será finalizado. Prevê-se uma economia de até um milhão de reais para subestações construídas, de acordo com as especificações obtidas nesse projeto, em áreas muito valorizadas, como, por exemplo, a região dos Jardins, em São Paulo.

Em função da participação atuante dos engenheiros da STAT nos projetos, vários trabalhos foram e estão sendo apresentados nos principais eventos ligados a alta tensão no Brasil e no mundo. Entre os principais estão o ERLAC (Encontro Regional Latino-Americano da Cigrè), CIRED (Congrés International des Réseaux Electriques de Distribution), ICLP (International



**Ensaio sob chuva em banco de capacitores no novo salão de ensaios no Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP**

Conference on Lightning Protection), SIPDA (Simpósio Internacional sobre Proteção contra Descargas Atmosféricas), SNPTEE (Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica) e ENEAT (Encontro Nacional de Engenharia de Alta Tensão). Recentemente, um artigo sobre compactação de subestações foi aprovado para publicação em um dos *transactions* do IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers).

A partir de agora, novos projetos devem ser iniciados e entre os principais estão a reforma dos transformadores em cascata para ensaios em frequência industrial e a modernização do comando do gerador de impulsos de tensão. Sobre os transformadores, já foram iniciados entendimentos com um dos parceiros do IEE/USP com o objetivo de fazer uma manutenção geral e a troca de alguns componentes. Em relação ao gerador de impulsos, o IEE/USP deve procurar recursos externos.

Além desses projetos, a STAT deverá participar de vários outros que o IEE/USP planeja desenvolver no próximo ano. Entre eles estão o de repotencialização de linhas de transmissão de energia e de carregamento de transformadores de potência.

Paralelamente à implantação do grupo de pesquisa, deu-se início ao processo de credenciamento do laboratório, de acordo com a norma ISO Guia 25, pelo

INMETRO. Inicialmente, foi implementado o Manual da Qualidade da Seção Técnica de Alta Tensão, que complementava o do IEE/USP.

A Seção Técnica de Alta Tensão (STAT) sofreu duas auditorias internas e, em novembro de 1997 o INMETRO realizou a primeira auditoria na STAT, sendo verificadas algumas não-conformidades. A maior parte delas serão sanadas com a reforma do laboratório. Em breve, o INMETRO deve marcar uma auditoria de verificação, quando se espera o credenciamento do Laboratório, de acordo com a ISO Guide 25, estando apto a participar da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE).

Inicialmente a STAT está pedindo credenciamento em sete tipos de ensaios, todos em frequência industrial. Assim que o credenciamento for obtido, será pedida a extensão para ensaios de impulsos de tensão. Uma das consequências desse credenciamento é a possibilidade da realização de calibrações de sistemas de alta tensão para laboratórios que pretendam atender às exigências da norma NBR IEC 60-2 - Ensaios Elétricos em Alta Tensão, pelo IEE/USP.

Também deverá ser mantida a participação da STAT no COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade). Hoje, a STAT participa de quatro Comissões de Estudo: Seccionadores e Seccionadores de Aterramento, Disjuntores de Alta Tensão, Religadores e Técnicas de

Ensaios em Alta Tensão. Dessas, uma coordenação e uma secretária são de responsabilidade de engenheiros da STAT do IEE/USP. O objetivo é continuar participando de todas Comissões de Estudo relacionadas a ensaios em alta tensão.

O treinamento também é uma atividade constante do pessoal da STAT. Assim, além da participação em eventos e do treinamento diário realizado através da execução de ensaios e participação em pesquisas, é incentivada a participação em cursos de pós-graduação ou mesmo de graduação para os técnicos. Como consequência, hoje a STAT conta com três engenheiros, dos quais um é mestre e outro terminará o programa de mestrado ainda em 1998, e cinco técnicos, dos quais, quatro estão em curso superior. A experiência mínima dos funcionários do laboratório é de cinco anos.

Entretanto, a atividade mais conhecida realizada pelo Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP, que é a prestação de serviço, continuará com o mesmo elenco de ensaios: tensão suportável de impulso atmosférico (1,2/50 ms) até 2.000 kV, tensão disruptiva de impulso

atmosférico a 50% (1,2/50 ms) até 2.000 kV, impulso de manobra até 1.300 kV, tensão suportável em 60 Hz até 800 kV a seco e sob chuva, tensão disruptiva em 60 Hz até 800 kV a seco e sob chuva, medição da tensão de radiointerferência, medição do fator de potência do isolamento, medição da intensidade de descargas parciais, medição da corrente de fuga e corona visual. Outros novos poderão surgir.

Os principais equipamentos ensaiados no Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP são seccionadores, transformadores, disjuntores, transformadores de corrente e de tensão, lanças de caminhões (cestos aéreos), pára-raios, dispositivos de proteção contra surtos, cabos, capas para cabos nus, conetores, religadores, capacitores, e outros utilizados em sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica.

Para isso, o laboratório conta com os seguintes equipamentos: gerador de impulsos, 15 estágios, 3.000 kV e 225 kJ; transformadores ligados em cascata, com tensão de saída de 15 kVef a 1000 kVef e potência de 125 kVA; transformador com tensão máxima de saída de 30 kV e

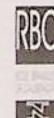
potência de 150 kVA; aparelho de medição de radiointerferência; aparelho de medição de descargas parciais; ponte de Schering; capacitor padrão; capacitor de acoplamento; banco de 28 capacitores, cada um de 2,5 mF e 50 kV; banco de 6 capacitores, cada um de 1,5 mF e 100 kV; gerador de tensões até 10 kV (1,2/50 ms, 60 Hz e contínua); transformador monofásico, 8 kVA, 220/120.000 V, 60 Hz; e osciloscópios, voltímetros, resistores de medição e divisores de tensão apropriados.

Hoje, com o término da reforma da parte interna, com as auditorias da qualidade e a experiência adquirida pelo seu pessoal, o Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP melhorou significativamente as condições para realização de pesquisas e ensaios, podendo executar testes em frequência industrial e de impulso de tensão em equipamentos com classe de tensão de até 550 kV, com uma qualidade e confiabilidade ainda maior que a habitual.

Celso Pereira Braz é engenheiro eletricista formado pela Universidade Federal de Uberlândia, mestre pela Escola Politécnica da USP e chefe da Seção Técnica de Alta Tensão do IEE/USP.

**CRENCIADOS**

**Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO**



**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC Nº 014)

Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão

Determinação da resistência de resistores-padrão

Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multimetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc.

Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL - 011/86)

Certificação de Conformidade de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão.

Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL-039/91)

Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).

Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).

Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).

Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos**

(Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL 062)

Ensaios em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).

Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).

Ensaios em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).

Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. Nº 95LS61PR00X).

Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. Nº 95LS64PR00X).

Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. Nº 95LS65PR00X).

Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. Nº 95LS66PR00X).

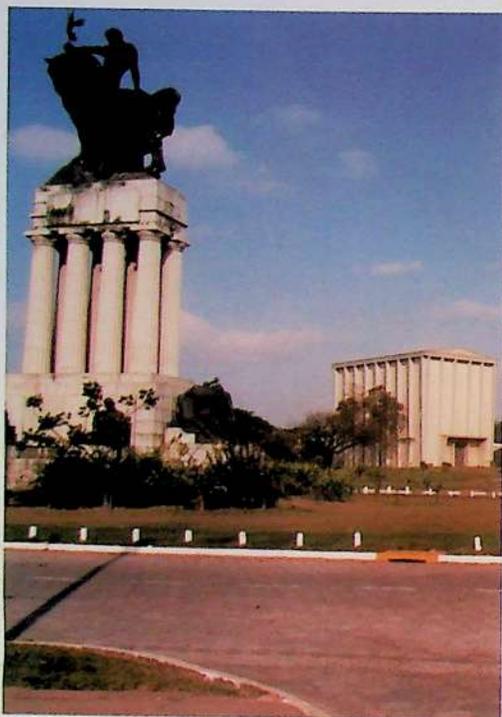
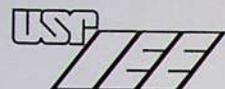


Foto: George Unterman

Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>

# IEE em REVISTA

ISS 1413-200X



Orgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano IV - nº 6 - 1998

**ENTREVISTAS:**  
**João Klinger**  
**e**  
**Fabián Yaksić**

**RBC** **RBLE**  
**N** **IEC**  
**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTO**  
**ISO** **ABNT**

**USP IEE**  
**OCP-0011**  
**INMETRO**



**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

- Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Engº Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
- Máquinas Elétricas**  
Engº Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
- Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
- Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
- Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

- Equipamentos Eletromédicos**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Radiodiagnósticos**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/8137
- Manutenção Radiológica**  
Engº Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
- Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quim. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
- Eletrônica de Potência**  
Engº Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
- Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

- Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
- Equipamentos de Medição**  
Engº Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
- Padrões Elétricos**  
Engº Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
- Aferição e Calibração**  
Engº Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725
- Compatibilidade Eletromagnética**  
Engº Augusto Carlos Pavão  
Tel.: (011) 818-4922

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera/Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983

3

**EDITORIAL**

**NOSSA PARTICIPAÇÃO ATIVA NO MERCADO**

4

**ENTREVISTA**

**FABIÁN YAKSIC**

7

**CERTIFICAÇÃO DE QUALIDADE DE EQUIPAMENTOS ELETROMÉDICOS**

9

**CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM ELETRODOMÉSTICOS**

10

**A CERTIFICAÇÃO DE UM PRODUTO: PROVA DE QUALIDADE**

12

**CREDENCIAMENTO DA SEÇÃO DE ALTAS CORRENTES NA REDE BRASILEIRA DE LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

13

**PROCEDIMENTOS NA CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

15

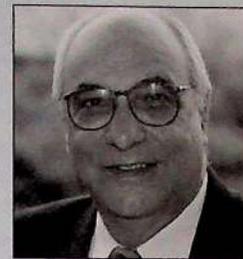
**O IEE/USP NO SALÃO E SEMINÁRIOS DE METROLOGIA E QUALIDADE SERVIÇOS CREDENCIADOS RBC E RBLE**



**Certificação: um símbolo de qualidade**

Capa: Algeo B. Cairoli

**EDITORIAL**



**Professor Doutor**  
**Antônio Marcos de Aguiar Massola**  
Presidente do Conselho Deliberativo do IEE/USP

**Nossa participação ativa no mercado**

O ano de 1998, foi um ano que passou muito rápido, não foi? Tantas foram as novidades, realizações e acontecimentos que, parece-me, contribuíram para acelerar ainda mais esses tempos que passam por nós vertiginosamente e que como que escapam por entre os dedos.

Agendas, compromissos, obrigações e o suceder dos dias passam como num abrir e fechar de olhos. E lá vamos nós, diária e continuamente acumulando pequenas e grandes experiências, avanços e retrocessos, frustrações e realizações, um enorme conjunto de realizações que contribuem inexoravelmente para nos aproximar ou nos afastar do objetivo central que sempre nos propomos a alcançar: o de desenvolver as nossas potencialidades para servir a nós mesmos, aos nossos familiares e aos nossos semelhantes.

Pode parecer fora de propósito ou fora de hora esse lembrar dos objetivos mais íntimos que sem dúvida cada um de nós cultiva e que, a meu ver, dão essência à vida, ao entusiasmo, ao fervor de discutir e de lutar por idéias ou ideais, por vezes nem sempre bem compreendidos ou muito claros até mesmo para aqueles que privam do nosso convívio e do nosso dia a dia.

No nosso Instituto de Eletrotécnica e Energia como na nossa centenária Escola Politécnica, muitos luminares nos antecederam, construíram não sem sacrifícios, mas com abnegação e inteligência as nossas tradições e a base da nossa excelência: anteviram como clarividentes, as necessidades e os caminhos da

nossa sociedade e nos legaram, além da grande responsabilidade de imitar seus passos e cultivar os mesmos ideais de servir, o vibrante espírito politécnico, aquele que inconscientemente - prática e objetivamente - quantifica, mede, avalia, projeta e executa.

É nesse contexto que se insere a nossa busca incessante pelo aprimoramento e melhoria dos nossos projetos e do nosso trabalho, sempre coerente com a nossa filosofia de vida. E, mais presentemente, a utilização de mecanismos que nos permitam conhecer os anseios dos segmentos produtivos nos quais estamos imersos e fazemos parte integrante: o programa de irrestrita e eficiente parceria entre a Universidade e a Empresa. Da correta interpretação dessas necessidades surgirá a possibilidade de otimizarmos significativamente a formulação das nossas futuras ações do IEE/USP com o meio externo, pois hoje, como ontem e também no futuro, o mercado será sempre quem sabe e quem define o que necessita, bem como dos desenvolvimentos que acalenta.

Em conclusão, devemos unir à nossa tradição e excelência, o domínio dessa cifrada linguagem da qual o mercado tanto se utiliza.

Com iniciativa, ousadia, espírito inovador e sobretudo sem corporativismos, saberemos vencer os desafios, as dificuldades momentâneas e assim ter a certeza de, mais uma vez, contribuir eficientemente para o progresso deste país continente e que almejamos como uma grande nação.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - **Reitor da USP:** Jacques Marcovitch - **Diretoria do IEE/USP:** Diretor Geral: Orlando Silveiro Lobosco - Diretor Administrativo: Antônio dos Prazeres - Diretor de Prestação de Serviços: Geraldo Burani - Diretor de Ensino: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento: Alexandre Piantini - **Comissão de Divulgação:** Coordenador: Orlando Silveiro Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - **Consultor e Coordenador Editorial:** Walfredo Schmidt **Jornalista Responsável:** Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação/Editoração Eletrônica:** Liber Comunicação Ltda. - (Telefones.: 495-2806 / 9996-31-55)

FABIÁN YAKSIC'

## O Tratado de Assunção: A integração dos países no Mercosul

**I**EE em Revista: O Processo de Integração do Mercosul, pelo menos com relação a regulamentos técnicos, é recente. É possível apontar uma data de início desse processo?

Fabián Yaksic': Na realidade, o Processo de Integração do Mercosul teve início nos encontros bilaterais de empresários brasileiros e argentinos, em 1985. Como havíamos liderado várias missões para Argentina, também empresários argentinos vieram ao Brasil, para em primeiro lugar, nos conhecer diretamente e, em seguida, ver quais são as principais dificuldades no estabelecimento de transações comerciais, formação de "joint ventures" e parcerias comerciais. No meu entender, foi depois disso que começou a ser consolidado o acordo Brasil/Argentina.

Considerando que este processo estava em franca evolução e aceleração, foram convidados os demais países, Uruguai e Paraguai, para aderir a este Mercado de Livre Comércio entre Brasil e Argentina. Dessa forma, surgiu o Tratado de Assunção do Mercosul.

A partir desse Tratado, a área governamental começou a agir de forma um pouco mais ativa. Os governos, e depois, pouco a pouco, também a área empresarial, fizeram vários acordos comerciais entre os quatro países. Evidentemente, sabemos que uma área de livre comércio é importante para qualquer país, porque significa ter uma maior economia de escala.

No, Brasil, estamos cientes de que o nosso mercado representa no mínimo vinte vezes os da Argentina, Uruguai e Paraguai juntos. Em contrapartida, poderemos pensar que há mais vantagens para eles do que para nós. Mas, de qualquer forma, entendemos que uma integração de mercados sempre



Fabián Yaksic' é gerente do Departamento de Tecnologia e Política Industrial da ABINEE

"A certificação é um meio para garantir a comercialização de produtos com qualidade."

melhora tanto a competitividade quanto a economia de escala, o que é muito importante, surgindo daí algumas regulamentações no Mercosul.

Inicialmente, se pensou que iria ser tudo muito fácil, e que a integração seria simplesmente abrir as fronteiras e haveria trocas imediatas de produtos. Mas logo nós, do setor empresarial, começamos a ter consciência da necessidade de proteger nosso mercado e, de modo geral, o mercado latino-americano, através de uma linguagem comum na troca de produtos. Essa linguagem se estabelece em termos de normalização e qualidade.

Assim, já em 1985, nos primeiros contatos com a Argentina, sentimos a necessidade de começar a discutir e desenvolver um processo de harmonização de normas.

Neste sentido, estamos trabalhando ativamente no Brasil, e em particular a Secretaria do Subcomitê Mercosul (01) e o Subcomitê (03) na área de telecomunicações e componentes eletrônicos. Especificamente a ABINEE, por meu intermédio, e as Secretarias dos Subcomitês estão atuando conjuntamente, tentando agilizar o processo de harmonização das normas necessárias ao Mercosul, baseado no que estabelece a IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional.

IEE em Revista: No Mercosul, o Brasil é o único país que já tem um sistema de certificação montado com laboratórios credenciados e organismos certificadores, e mesmo assim sabemos que há alguma limitação. Nos outros países a situação nos parece bem diferente. Isto coloca o Brasil em posição de vantagem ou de fraqueza? Não há tentação dos outros países em adotar um modelo vindo de fora da América do Sul, para não dizer do Mercosul?

Fabián: Evidentemente entre os países do Mercosul, é o Brasil que tem, sem sombra de dúvida, o sistema de normalização e de certificação mais organizado. Estávamos, até mesmo, dando consultoria ao Paraguai, para tentar implantar o sistema nos moldes do Brasil, criando uma figura equivalente ao INMETRO, para depois fazer todo o processo de credenciamento do organismo de certificação e dos laboratórios. Sem dúvida é uma vantagem, mas estamos sentindo que existe um empecilho, porque o processo não está andando rapidamente por uma razão muito simples: a Argentina e o Uruguai estão em processo de organização. Isto dificulta um pouco o funcionamento integral do sistema, pois para isso é

necessário ter um organismo de acreditação como o INMETRO, totalmente independente, dedicado a gerenciar o processo.

É portanto, fundamental, ter organismos de certificação credenciados, seja de auditores, seja de produtos, e um sistema de laboratórios devidamente aparelhado em condições de vir a atender certas prioridades, uma vez que não será possível o total atendimento para todos os produtos. Entretanto, nos deparamos lamentavelmente com a resolução 92/98, que foi publicada em fevereiro do ano passado, pela qual a Argentina simplesmente estabelece que todo e qualquer produto a ser comercializado na Argentina deverá ter, numa primeira fase, uma Declaração do Fornecedor, o que seria uma certificação de primeira parte; numa segunda fase, ensaio de protótipos dos produtos, e, uma terceira fase, a certificação compulsória.

Todos nós que estamos atuando no Mercosul, sabemos, que a Argentina não tem um organismo de certificação credenciado para atender a gama total de produtos. Inclusive, na época em que foi publicada esta resolução, não tinha nenhum organismo credenciado para produtos, e sim apenas para sistemas. Também não tinha laboratórios capacitados para fazer ensaios e muito menos para certificar. É estranho que eles queiram abranger tanto a parte de material elétrico de instalação quanto qualquer tipo de material, incluindo telecomunicações e utilidades domésticas, sem ter verificado previamente se existem normas, capacidade laboratorial ou organismo de certificação credenciado (OCC's) para atender a demanda. Simplesmente eles lançaram a lei.

Obviamente, estão criando ônus para o Brasil, que na região é o principal exportador para a Argentina, o que leva a sérias dificuldades. Alguns fabricantes sofrem entraves burocráticos para poder exportar seus produtos. Contatos estão em andamento com as autoridades argentinas, visan-

do identificar os problemas para solucioná-los rapidamente, bem como também junto ao Itamarati e autoridades brasileiras da área.

**Estamos querendo fazer um trabalho sério, delicado e rápido, para saber quais os produtos do complexo eletroeletrônico que deveriam ter uma certificação compulsória**

Sabemos que a certificação é um meio para garantir que produtos comercializados tenham a qualidade necessária. Não se pode, porém, da noite para o dia, criar uma certificação compulsória, sem previamente verificar a infra-estrutura que se tem. Nesse sentido, o Brasil apresentou uma proposta, visando estabelecer uma certificação compulsória, verificando previamente alguns itens:

- Em primeiro lugar, verificar quais são as normas existentes para aqueles produtos que seriam priorizados;
- A seguir, identificar produtos que de alguma forma atendam à saúde, segurança e meio ambiente;
- Em terceiro lugar, verificar qual a capacidade laboratorial para a certificação destes produtos; e
- Em quarto, verificar quais seriam os organismos de certificação credenciados, em condições de ter seus atestados reconhecidos em cada país do Mercosul.

Lamentavelmente, essa proposta ainda não teve a aceitação de Argentina, Uruguai e Paraguai.

IEE em Revista: O sr. comentou bastante as dificuldades para a implantação do processo no âmbito de Mercosul. Queremos voltar ao Brasil e ao nosso sistema. O sistema de certificação no Brasil já

está implantado, mas carece de muitos investimentos; são poucos laboratórios, poucos organismos de certificação credenciados. Existem dificuldades de investimento, pois afinal o governo não injetou dinheiro neste sistema. Como os empresários vêem sua participação na consolidação do sistema brasileiro, sem falar do Mercosul? Qual é a sua visão em termos de investimentos no sistema de certificação?

Fabián: Evidentemente, a certificação esta atrelada a normalização. No Brasil dos últimos 10 anos ou mesmo antes, houve um descuido generalizado ou uma despreocupação total em relação à certificação e à normalização.

O sistema de certificação, como está hoje, é relativamente recente. Outrora, o INMETRO estava na condição de ser não somente o credenciador, mas também o certificador, o que evidentemente não tem muito sentido. Hoje, felizmente, mudou-se essa situação ficando como credenciador. Entretanto, de vez em quando, somos surpreendidos com algumas medidas que não favorecem o andamento do assunto, como é o caso da resolução de nº 4 do INMETRO de 21 de dezembro de 1998 que cria a figura da Declaração do Fornecedor. Tínhamos simplesmente a certificação, seja a voluntária ou compulsória. Então, quando é lançada uma novidade como a deste tipo, o fabricante e o empresário ficam um pouco na retaguarda.

Hoje, eu diria que o fabricante está extremamente confuso com essa figura da Declaração do Fornecedor e com a certificação, sem saber para quais produtos precisa da Certificação Voluntária.

Evidentemente, para eles, as principais realidades são:

Em primeiro lugar, que o seu produto tem que ser cada vez mais competitivo, e, em segundo, que as margens de lucro são cada vez menores e que em alguns casos ocorrem até margens

negativas, só para evitar sua saída do mercado.

Assim, há necessidade de fazer investimentos para poder se adequar tanto a uma certificação de sistema quanto de produto. Pelas condições atuais, em que há uma queda sensível de encomendas, o fabricante ou empresário reluta em ver na certificação a solução para seus problemas.

Por outro lado, os fabricantes de modo geral, estão totalmente cientes de que a certificação de um produto é sinônimo de Produto de Qualidade. Mas, a normalização e a certificação precisa ser aplicada a todos os produtos comercializados, de qualquer procedência, o que não ocorre. Sua dificuldade aumenta, no terreno dos preços, porque grandes compradores hoje querem fazer

negócios pelo menor preço, sem verificar os requisitos mínimos da qualidade. Este é um aspecto muito preocupante, porque não existe a fiscalização e a conscientização necessária.

Dentro desse enfoque, em primeiro lugar, a ABINEE está fazendo um trabalho intenso, analisando com cada um dos grupos que, na Certificação Compulsória, existe uma divisão de responsabilidades com o organismo de certificação (OCC), porque, se alguém testou seu produto e deixa usar a marca, evidentemente ele tem a co-responsabilidade do organismo de certificação credenciado. Na Declaração do Fornecedor exige-se um documento assinado pelo fabricante, pelo qual ele assegura que a totalidade de seus produtos atenda uma determinada norma. Com isso, se apenas um produto não atender a norma, ele poderá, em tese, ser punido pela totalidade da gama de seus produtos, fato que leva a preocupações e questionamentos. Por causa disso, estamos querendo fazer um trabalho muito sério, delicado e rápido,

para saber quais produtos do complexo eletroeletrônico deveriam ter uma certificação compulsória; para outros, uma Declaração de Fornecedor, e definir finalmente

quais produtos que necessitam uma certificação voluntária ou nenhuma certificação. Isto significa duas coisas: em primeiro lugar, para aqueles produtos que entendemos que deviam ter uma compulsoriedade, seja ela a Declaração ou a Certificação, tem que existir normas técnicas. Evidentemente estamos acelerando

isso, pois alguns desses produtos não têm normas. Resultaria daí a possibilidade de existir uma coleção de normas atualizadas. Em segundo lugar, é fundamental e necessário

que os laboratórios estejam em condições de funcionar dentro das exigências tecnológicas. Sabemos que o IEE é um laboratório extremamente importante mas que não recebe recursos suficientes para adquirir todos os aparelhos necessários. Isso é lamentável porque,

em qualquer país do mundo, tanto a normalização quanto a certificação e principalmente os laboratórios, são subsidiados e recebem ajuda significativa

em qualquer país do mundo, tanto a normalização quanto a certificação e principalmente os laboratórios, são subsidiados e recebem ajuda significativa

**A Certificação e a normalização são fatores importantes para preservar o mercado, a indústria e o nível de emprego.**

**Produtos com certificação compulsória precisam ter normas técnicas**

**Em qualquer país do mundo, laboratórios são subsidiados e recebem ajuda substancial da área governamental**

tiva da área governamental. Esses países sabem que, de alguma forma, a certificação e a normalização são fatores importantes para preservar o mercado, a indústria e o nível de emprego; todos estão inteiramente interligadas.

Este momento é importante para a sobrevivência não somente da normalização, mas também da certificação. A ruptura da evolução levaria a uma defasagem tecnológica do Brasil, com graves consequências para o setor empresarial. É fundamental que esse também acompanhe de perto o assunto. Retomando a pergunta feita, no meu entender, hoje os laboratórios carecem sim de recursos. É portanto, fundamental que a certificação dos produtos se aplique aos produtos brasileiros e também aos de outros países, para poderem ser aqui comercializados. Uma coisa é certa: cada vez mais temos que inibir a comercialização de produtos que não atendam condições mínimas de uma norma técnica ou de qualidade.

**IEE em Revista: O senhor tem mais algum comentário ou declaração a fazer para a IEE em Revista?**

**Fabián:** Somente informar que nós exportamos para o Mercosul, em 1998, US\$ 798 milhões, em contraposição às importações de US\$ 240 milhões. Isto mostra realmente que o nosso setor tem uma balança de pagamentos bastante positiva, em relação ao Mercosul, na área da ABINEE, que, é a área eletroeletrônica. Mas, por outro lado, no contexto mundial, este é um momento muito complexo, com um déficit de US\$ 10 bilhões. Por causa disso, temos de reverter este processo. O país é importador do mundo todo e somente exportador no Mercosul.

## Certificação de Qualidade de Equipamentos Eletromédicos

ENG. JORGE NICOLAU RUFCA

Ensaios de equipamentos fabricados, calibrações de instrumentos de medida da segurança e desempenho, organização e estabilidade da linha de produção são componentes básicos para a qualidade dos equipamentos eletromédicos ofertados. Os consumidores devem ter certeza que avaliações de fábricas e relatórios de ensaios de equipamentos são realizados com confiabilidade, de maneira a assegurar que os produtos estão em conformidade com especificações ou exigências de normas e regulamentos técnicos.

### Registro

Em cumprimento a legislação sanitária, o Ministério da Saúde assumiu competência legal para garantir a segurança e a qualidade de artigos e equipamentos médico-hospitalares. Assim sendo, vem obrigando os fornecedores, fabricantes e importadores desses equipamentos a registrá-los no Ministério da Saúde, para autorização de uso no País.

O registro de produtos é a comprovação documental do cumprimento da legislação sanitária, previsto na Lei n.º 6.360/76 e Decreto n.º 79.094/77. Sua implantação teve início em 1993, estando regulamentado pela Portaria Conjunta SVS/SAS n.º 01/96. O modelo da Regulamentação Técnica está formalizado na Portaria n.º 2043, de 12/12/94, a qual:

- define os produtos sujeitos à regulamentação técnica, classificando-os quanto ao potencial risco à saúde;
- disciplina o conteúdo dos regulamentos técnicos dos produtos, privilegiando a adoção das normas técnicas brasileiras e internacionais;
- prevê a adoção do Sistema Brasileiro de Certificação para comprovar o cumprimento dos requisitos estabelecidos pelos regulamentos técnicos.



**Laboratório de ensaio para materiais radiológicos**

As portarias n.º 2663 de 22 de dezembro de 1995 e n.º 155 de 27 de fevereiro de 1997 obrigam os fornecedores de equipamentos eletromédicos a registrar seus produtos no Ministério da Saúde, e a apresentar certificado de conformidade emitido por Organismo Certificador de Produto (OCP). A norma adotada como compulsória - NBR - IEC 601.1, Equipamentos Eletromédicos Parte-1 - Prescrições Gerais para Segurança, e as normas particulares da Série IEC 601.2 - recomendam que os produtos passem por uma verificação crítica de vários itens de segurança elétrica e mecânica.

Foram diretamente envolvidos nessa atividade o INMETRO, como órgão executivo da política de metrologia, normalização e qualidade industrial, a ABNT, como entidade credenciada para elaboração de normas técnicas através de seus diversos comitês brasileiros, e surgiu ainda a necessidade da implementação de labo-

ratórios para Ensaios de Conformidade de Equipamentos Eletromédicos credenciados pelo INMETRO, até então inexistentes no Brasil. Convém lembrar que o registro é válido por 5 anos, uma vez concedido.

### Certificação

Certificação de Conformidade é o ato de atestar por meio de um certificado, o direito ao uso da marca nacional de conformidade, e que um produto ou serviço está conforme determinada norma ou regulamento técnico. Para obter o Certificado de Conformidade, o fornecedor deverá recorrer a um Organismo de Certificação de Produto (OCP), que executará duas atividades distintas:

- Análise do sistema produtivo do fabricante para verificar a continuidade da qualidade do produto, e
- Análise do produto para verificar a conformidade às normas adotadas.

O Ensaio de Conformidade é uma operação técnica que consiste na determinação das características ou desempenho do produto, de acordo com um procedimento especificado. Este ensaio deverá ser feito preferencialmente em laboratório independente, pertencente à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE), credenciado pelo INMETRO.

Os procedimentos técnicos para avaliação e supervisão da certificação são dispostos em regras específicas, elaboradas por subcomissões técnicas do Comitê Brasileiro de Certificação (CBC). O credenciamento do laboratório é a forma mais efetiva de ele poder demonstrar a sua competência técnica e a credibilidade dos serviços que realiza, eliminando a necessidade de avaliações múltiplas, realizadas por seus clientes.

O INMETRO, órgão gestor do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), é reconhecido pelo governo como o organismo oficial, responsável pelo credenciamento de laboratórios no Brasil, e tem a responsabilidade de preservar os princípios

básicos de imparcialidade e independência, fatores estabelecidos como fundamentais em normas internacionais que regulamentam a operação de um organismo credenciador.

**Credenciamento**

O credenciamento concedido é de natureza voluntária, facultado a qualquer laboratório que realize ensaios ou calibrações. Independentemente de sua natureza institucional e do seu porte, são considerados elegíveis ao credenciamento, laboratórios independentes e laboratórios vinculados a organizações públicas ou privadas, nacionais ou estrangeiras, estabelecidas no Brasil ou exterior.

A obtenção do credenciamento depende de iniciativa do próprio laboratório postulante. A formalização do credenciamento se dá mediante a emissão de um certificado de credenciamento e a celebração de um contrato entre o INMETRO e o laboratório, especificando o escopo do credenciamento concedido. Uma vez credenciado, o laboratório passa a integrar a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE), estando habilitado a utilizar a marca de Laboratório Credenciado nos seus relatórios de ensaio.

O primeiro laboratório credenciado pelo INMETRO no Brasil foi o Laboratório de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, CRL 062/95, que vem desde 1995 atuando no processo.

**Abrangência da certificação**

São abrangidos pela Norma Geral IEC 601.1 todos equipamentos eletromédicos definidos pelo item 2.2.15 desta Norma, isto é:

Equipamento elétrico dotado de não mais que um recurso de conexão a uma determinada rede de alimentação elétrica e destinado a diagnóstico, tratamento ou monitoração do paciente, sob supervisão médica, que estabelece contato físico ou elétrico com o paciente e/ou fornece energia



**Bancada de ensaio de incubadoras**

para o paciente, ou recebe a que dele provém, e/ou detecta esta transferência de energia.

Este universo compreende mais de 700 equipamentos eletromédicos registrados no Ministério da Saúde, representando uma demanda anual de registro superior a 180 equipamentos. Deste universo, estima-se que 40% são fabricados no País e 60% importados.

São abrangidos pelas Normas Particulares (IEC 601.2), 34 tipos de equipamentos eletromédicos, os quais correspondem a aproximadamente 480 equipamentos registrados no Ministério da Saúde, representando uma demanda anual de registro em torno de 115 equipamentos. Do total, aproximadamente 38% são fabricados no país e 62% são importados.

**Quadro atual**

Para atendimento da demanda de certificação destes equipamentos, o País dispõe atualmente de três organismos de certificação credenciados e de três laboratórios credenciados para ensaio da conformidade de alguns destes equipamentos, com suas normas particulares correspondentes (IEC 601.2), podendo ainda ser utilizados laboratórios não-credenciados, na forma da legislação do SINMETRO. Pela atual legislação sanitária, todos equipamentos eletromédicos referidos estão sujeitos à certificação compulsória, para fins de registro no

Ministério da Saúde.

Uma grande preocupação dos fornecedores, do Ministério da Saúde e da Subcomissão Técnica do Comitê Brasileiro de Certificação, seria um possível desabastecimento do mercado, pelo gargalo que poderia ocorrer, devido ao pequeno número de laboratórios de ensaios credenciados para a execução de ensaios.

Nessa situação, o Ministério da Saúde avalia a infra-estrutura tecnológica capacitada para atender à demanda de ensaio e certificação exigida pela legislação sanitária, indicando a necessidade de adaptar o atual mecanismo de certificação compulsória.

**Referências**

- 1- Portaria no 2663 publicada em 22 de dezembro de 1995 pelo Ministério da Saúde no Diário Oficial.
- 2- PROEQUIPO - Programa de equipamentos odonto-médico-hospitalares/Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Assistência à Saúde - Brasília, 1991.
- 2- PECES- Programa de Ensaios de Conformidade em Equipamentos para Saúde/ Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Assistência à Saúde - Brasília, 1991.
- 3- NBR IEC 601.1 Equipamento Eletromédico - Parte 1: Prescrições gerais para segurança - 1994.

**Conservação de energia elétrica em eletrodomésticos**  
Um programa de certificação voluntária

JEAN BODINAUD

A diminuição do consumo de energia elétrica em eletrodomésticos da linha branca é de amplo interesse para todos os segmentos da sociedade; ao cliente, que quer ter acesso a equipamentos mais econômicos e confiáveis, aos produtores e distribuidores de energia elétrica, que querem aprimorar seus serviços prestados e aos fabricantes, que encontram critérios de qualidade e desempenho para oferecer seus produtos ao mercado.

O primeiro programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos foi instituído por convênio assinado em 1984 entre o Ministério da Indústria e do Comércio (MIC) e a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica), com a interveniência do Ministério de Minas e Energia (MME). Desde então, aparelhos como refrigeradores, congeladores, aparelhos de ar-condicionado domésticos, etc., estão sendo analisados para manter o mercado informado quanto à eficiência energética e/ou consumo de energia, além de outros dados técnicos relevantes para cada produto. No início deste programa, o IEE/USP, em convênio com a CESP, montou um laboratório informatizado de avaliação de desempenho de geladeiras, que foi transferido para a CESP em 1988.

As ações pertinentes à conservação de energia elétrica foram intensificadas, quando o Ministério de Minas e Energia instituiu, pela Portaria Ministerial MIC/MME n.º 1877, de 30/12/85, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, atualmente denominado Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - Procel.

O Procel é coordenado pelo MME, tendo como secretaria executiva a Eletrobrás e, como objetivo principal, a racionalização da produção e do



**Vista geral do laboratório de máquinas**

consumo de energia elétrica no país.

É neste contexto que foi desenvolvido o programa de certificação voluntária de eletrodomésticos. Desde 1992, ele é conhecido como Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), e incorpora, além das informações sobre eficiência energética, dados importantes sobre segurança. Em dezembro de 1993 foi criado, por decreto ministerial, o selo hoje chamado de "Selo Procel de Economia de Energia".

**Implementação do Programa**

O PBE é coordenado pelo INMETRO, em parceria com as associações de fabricantes ABINEE e Eletros, e órgãos governamentais como a Eletrobrás.

Grupos de Trabalho (GTs) foram constituídos para poder contar com todos os interessados no assunto: laboratórios de ensaios, entidades de defesa do consumidor, entidades governamentais, associações de classe e representantes dos fabricantes do produto a ser etiquetado. A coordenação técnica de todos os GTs é exercida pelo INMETRO.

Atualmente os Grupos de Trabalho

desenvolvem atividades nas seguintes áreas:

- GT-REF - Refrigeradores e assemelhados;
- GT-AAQ - Aparelhos fixos de aquecimento instantâneo de água (chuveiros, torneiras e aquecedores elétricos)
- GT-CAD - Aparelhos de ar-condicionado domésticos;
- GT-MOT - Motores elétricos de indução trifásicos;
- GT-LAV - Máquinas de lavar roupas;
- GT-SOL - Coletores solares planos.

O papel específico de cada GT é de estabelecer regras e critérios, concretizados na forma de regulamentos específicos do produto, para a concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.

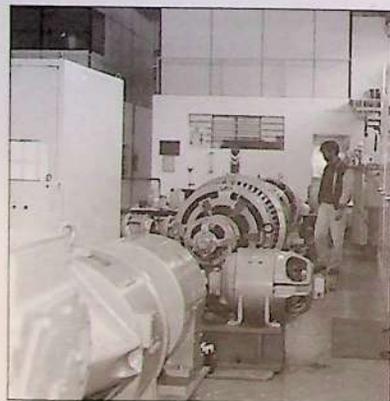
**Estado atual do PBE**

Atualmente, em todas as áreas de atuação dos GTs citados, produtos receberam a concessão de uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia. Presentemente, toda a sistemática de etiquetagem, bem como os regulamentos, estão sendo revistos

de forma a atender e adequar-se ao modelo do SBC - Sistema Brasileiro de Certificação, cuja secretaria executiva é exercida pelo INMETRO. No âmbito do SBC, o INMETRO credencia laboratórios de ensaios de equipamentos e OCP - Organismos de Certificação de Produtos, cuja operacionalização está bem consolidada na área da Certificação Compulsória.

O resultado da atividade de certificação voluntária é regularmente publicado. Tabelas contendo dados de consumo e eficiência energética podem ser consultadas na "homepage" do INMETRO: <http://www.inmetro.gov.br>. Essas informações são atualizadas semestralmente, no caso de chuveiros, torneiras e aquecedores elétricos e anualmente para os demais produtos. Os principais fabricantes de produtos mantêm "homepage" na Internet, onde é possível encontrar informações técnicas específicas sobre as características dos produtos.

Concluindo, podemos afirmar que o Programa Brasileiro de Etiquetagem constitui-se num programa de certificação voluntária de produtos bem-sucedidos. A publicação das características técnicas dos produtos é um elemento de transparência do programa. A adoção, por completo, dos critérios e da metodologia do Sistema Brasileiro de Certificação, quando decidido, somente virá reforçar a credibilidade de um programa de certificação voluntária, desde já vitorioso.



Bancada de ensaio de motores

## JOÃO KLINGER/Presidente da ABIMO A certificação de um produto: prova de qualidade

**IEE em Revista:** A ABIMO defende a implantação do atual sistema de Certificação de Equipamentos Eletromédicos. Tratando-se de comércio internacional, principalmente no âmbito do Mercosul, qual é a importância do processo de certificação?

**João Klinger:** A ABIMO considera a certificação assunto primordial para os equipamentos eletromédicos e de diagnóstico por imagem de raios X. A qualidade só se prova com uma real certificação de produtos, como feita em países desenvolvidos da Europa, dos Estados Unidos e da Ásia. Deste modo não só seguimos o caminho já começado por outros, mas queremos que a indústria brasileira siga esse caminho sem traumas, ampliando essas idéias também para os outros países do Mercosul. Acreditamos que qualquer outra opinião que possa existir, no sentido de diferenciar ou isentar os produtos importados de certificação esta errada, e nós esperamos que o Ministério da Saúde não faça exceção neste sentido.

**IEE em Revista:** Considerando os parceiros do Brasil no Mercosul, podemos verificar que alguns países não têm sistema de certificação de produtos e que outros estão no início do processo de implantação de uma certificação, não claramente igual à do Brasil. Essa falta de harmonização não vai prejudicar o comércio na área?

**Klinger:** Até o momento, Argentina e Uruguai ainda não adotaram a sistemática da certificação brasileira. Mas nós temos a plena convicção que em pouco tempo os dois considerarão as idéias brasileiras sobre a certificação, como



**Klinger:** "Hoje o Brasil tem um sistema de registro e de certificação."

o único caminho que possa ser trilhado no Mercosul. Claro, há diferenças de conceitos nas discussões, mas sempre há um caminho para resolver os assuntos adequadamente.

**IEE em Revista:** Considerando a situação de hoje, a ausência de regulamentos em alguns países, deve dificultar as relações comerciais no âmbito do Mercosul?

**Klinger:** Dificulta em pequena escala, sim. Dificulta a parte de registro de produtos, e que agora será harmonizado. Passada a fase de harmonização para o registro, abre-se a fase de Certificação de Produtos. Surgirão problemas, mas com boa vontade, eles serão resolvidos em pouco tempo.

**IEE em Revista:** Enfocando a exportação de produtos brasileiros. Quais são as dificuldades encontradas pelos nossos empresários para colocar seus produtos na Europa, Estado Unidos ou Ásia?

**Klinger:** A situação real é que um produto certificado no Brasil, ainda não é reconhecido no exterior, pela simples razão que não existe reciprocidade entre os órgãos certificadores a nível internacional, por enquanto. Essa é a razão principal que faz com que o empresário brasileiro que quer exportar recorra à certificadoras européias, americanas ou asiáticas

para reconhecimento de seus produtos no exterior. Essa situação é real.

**IEE em Revista:** No resto do mundo, as indústrias são agrupadas em associações inseridas em sistemas de certificação de produtos. O sr. poderia descrever rapidamente a realidade internacional na área de equipamentos eletromédicos?

**Klinger:** Nos Estados Unidos existe uma associação equivalente à ABIMO, formada por mais de 700 empresas de maior porte. Na Europa, todos os países harmonizaram o seu sistema de certificação e trabalham com a marca CE, com um critério de qualidade reconhecido. O maior problema da ABIMO é que, se queremos exportar, temos que obter as marcas CE, FDA ou equivalentes. Até o presente momento, o INMETRO não tem acordo com essas entidades, e não existe reconhecimento mútuo e reciprocidade da marca INMETRO com as outras marcas CE ou FDA., o que deve ser o grande objetivo do INMETRO, a nível mundial, mas, antes de mais nada, no Mercosul.

**IEE em Revista:** Atualmente a certificação de equipamentos eletromédicos é compulsória no Brasil. No passado, a ABIMO tentou implantar um programa de certificação voluntária. O sr. poderia comentar esta experiência?

**Klinger:** Eu participei muito dessa época, de 1989 a 1992, junto com o Prof. Teixeira, do Funbec, na tentativa de a ABIMO criar um sistema de certificação com selo de qualidade. Uma grande equipe trabalhou com

empenho nesse programa. Quando chegamos no ponto crucial do programa, a Secretaria da Saúde de São Paulo criticou o processo, argumentando que a

indústria estava procurando uma autocertificação de seus próprios produtos. Assim, a Secretaria não reconheceu os esforços desenvolvidos na época, quando ainda não se falava de certificação nem de registro

de produtos eletromédicos. Tudo isso está documentado e realmente, naquela época, o processo era de vanguarda. Posteriormente, voltou-se a trilhar o mesmo caminho, conseguiu-se o apoio do

Ministério da Saúde para criação da norma que deu origem ao registro e, conseqüentemente, à certificação dos produtos. Hoje o Brasil tem um sistema de registro e de certificação. É o caminho normal do desenvolvimento, que poderia ter sido percorrido 5 ou 6 anos antes. Mas o principal é o objetivo de melhorar a qualidade dos equipamentos.

**IEE em Revista:** Em que direção a ABIMO gostaria de ver os atores do Sistema Brasileiro de Certificação concentrarem seus esforços para a consolidação deste programa?

**Klinger:** Acreditamos no programa de qualidade subseqüentemente à certificação a ser adotada no Mercosul.

Temos a plena convicção que o assunto precisa ser mais divulgado. Todos os elementos da sociedade precisam conhecê-lo e usá-lo. Todos

**Precisamos alcançar o reconhecimento formal dos certificados brasileiros**

os participantes deste programa precisam ter mais vontade e mais empenho para passar essas idéias para frente. É a nossa opinião.

**IEE em Revista:**

**Qual seria sua conclusão ou declaração final para a IEE em Revista?**

**Klinger:** Nós necessitamos basicamente do apoio absolutamente claro e definido do Ministério da Saúde, exigindo os mesmos critérios de qualidade de todos os fornecedores de equipamentos. Precisamos também do apoio absolutamente claro do INMETRO, no que tange aos contatos externos a serem estabelecidos, para que as certificadoras brasileiras sejam reconhecidas tanto no âmbito do Mercosul como no mundial, já que ele é a instituição credenciadora de todas as certificadoras e dos laboratórios do país.

Precisamos alcançar o reconhecimento formal dos certificados brasileiros.

### COMUNICADO

O Conselho Deliberativo do Instituto de Eletrotécnica e Energia aprovou, na reunião ordinária de 25 de março de 1999, uma nova política do OCC no CERTUSP.

A partir de agora, o CERTUSP está se preparando para atuar não somente nas áreas de certificação compulsória, mas também nas áreas de certificação voluntária.

Atualmente, o CERTUSP atua na certificação de equipamentos para atmosferas explosivas e de equipamentos eletromédicos. Desde já, ele está preparado para atuar na área de baixa tensão e de equipamentos para telecomunicação.

## Credenciamento da seção de altas correntes na rede brasileira de laboratórios de ensaio

HÉLIO EJI SUETA

O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e o Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo celebraram um contrato de credenciamento de laboratório de ensaios na área de altas correntes. A Seção de Altas Correntes do IEE faz parte, agora, da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE), com o CRL-081/98, para os seguintes escopos:

- ensaios em disjuntores de baixa tensão, pelas normas NBR, IEC e NEMA;
- ensaio de curto-circuito em transformadores de potência, pelas normas NBR e ensaio de corrente suportável nominal de curta-duração pelas normas NBR e IEC.

O credenciamento foi feito com base no ISO-GUIA 25, próprio para laboratórios de ensaios. Como é um laboratório independente, fortalece a certificação de terceira parte no processo de qualidade brasileira, sendo mais uma opção para ensaios credenciados em dispositivos elétricos de baixa tensão.

Os laboratórios da Seção de Altas Correntes atuam principalmente na área de ensaios em equipamentos de baixa-tensão, utilizados nas instalações elétricas residenciais e industriais. Como principais equipamentos, podemos citar os disjuntores de baixa-tensão, os contatores e os fusíveis. Os laboratórios atuam também na área de alta tensão, no que tange aos ensaios de curto-circuito em transformadores de potência, e também aos ensaios de corrente suportável de curta-duração, em equipamentos de manobras, e chaveamento de média e alta tensão, como seccionadores, barramentos, cubículos e disjuntores, entre outros.

O credenciamento desta seção vem ao encontro a um trabalho que está sendo desenvolvido no Comitê Brasileiro de Certificação (CBC), onde um grupo

está estudando as regras específicas para certificação de produtos de baixa tensão. Entre esses produtos estão os disjuntores, fusíveis, plugues, tomadas e interruptores. A certificação desses produtos será compulsória, sendo que os trabalhos já estão bem adiantados.

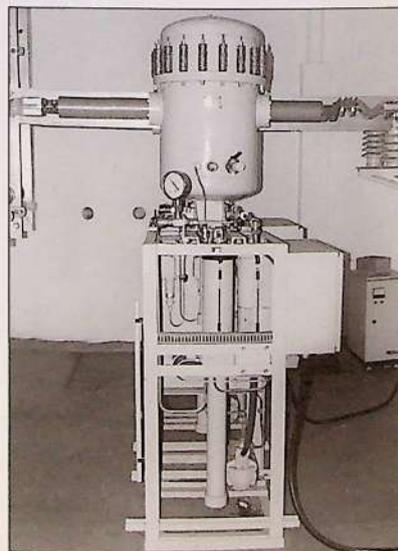
Em relação aos disjuntores de baixa tensão, passada a polêmica de vários anos para a definição de uma norma base para este produto (IEC ou NEMA), foram publicadas três normas para uso industrial e residencial:

- O projeto 03:017.05-003, "Dispositivos de Manobra e Comando de Baixa-Tensão - Parte 2: Disjuntores" preparado pela Comissão de Estudos CE-03:017.05 - Comissão de Estudos de Disjuntores de Baixa-Tensão, do CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade. Este projeto, baseado na IEC 947-2 de 1989, e complementado pela IEC 947-1, foi publicado como NBR IEC 60947-2, em setembro de 1998. A norma se aplica a "disjuntores cujos contatos principais são previstos para serem conectados a circuitos com tensão nominal não superior a 1000VCA ou 1500VCC. Contém também requisitos adicionais para disjuntores com fusíveis incorporados".

- O projeto 03:023.06-001, "Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares", preparado pela CE 03:023.06 - Comissão de Estudo de Disjuntores e Equipamentos Similares para Uso Doméstico, do CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade. Este projeto é uma tradução da IEC 898/1995 - "Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations", e recebeu a denominação NBR IEC 60898. A norma "fixa as condições exigíveis a disjuntores com interrupção no ar de corrente alternada em 60Hz, tendo uma tensão nominal até 440V (entre

fases), uma corrente nominal até 125 A e uma capacidade de curto-circuito até 25.000 A". "Estes disjuntores são destinados à proteção contra sobrecorrentes de instalações elétricas de edifícios e aplicações similares. Eles são projetados para uso por pessoas não-qualificadas e para não sofrerem manutenção".

- O projeto NBR 5361, "Disjuntores de Baixa Tensão" preparado pela CE 03:023.06 - Comissão de Estudos de Disjuntores e Equipamentos Similares para Uso Doméstico, do CB-3 - Comitê Brasileiro de Eletricidade - foi publicado como norma NBR 5361 em setembro de 1998. Essa norma "é prevista para substituir as NBR 5361/1983 e NBR 8176/1983...". A norma "fixa as características exigíveis de disjuntores em caixa moldada para circuitos de tensões nominais até 380 VCA (entre fases), corrente nominal até 400A, capacidade de curto-circuito nominal até 65.000 A (simétrica e eficaz) e de frequência nominal 60Hz, para proteção contra sobrecargas e curto-circuito nos condutores de instalações elétricas e edifícios, e aplicações similares. Eles são projetados para manuseio por pessoas também não-qualificadas e para não sofrerem manutenção, além de apresentar os ensaios para estes disjuntores".



Chave síncrona do laboratório de altas correntes

## Procedimentos na certificação de produtos

JEAN BODINAUD

A certificação de produtos no Brasil é realizada no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação, e é específica de cada categoria de produto. Tem portanto sua exigência legal de certificação, na forma de uma portaria de algum órgão do governo, regulamentada por uma Regra Específica elaborada por comissão "ad-hoc" do Comitê Brasileiro de Certificação. O IEE/USP (CERTUSP) é credenciado pelo INMETRO para a certificação e ensaios de Equipamentos Eletromédicos e de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas.

Neste trabalho, apresentaremos o estado atual dos procedimentos de certificação destes produtos, de fabricação nacional ou importados.

### 1 - Certificação de equipamentos fabricado no país

#### 1-1. Aspectos legais

##### Certificação e Equipamentos Eletromédicos

A certificação dá-se de acordo com a Regra Específica NIE-DINQP-068 de junho de 1998, emitida pelo INMETRO, atendendo ao modelo de certificação n.º 5 da ISO, que compreende o sistema de qualidade da fábrica, o ensaio de tipo e o acompanhamento na fábrica e no mercado.

O processo de certificação decorre da exigência do Ministério da Saúde, por meio da Portaria 2.663 de 22/12/95, em adendo à Portaria 2.043 de 12/12/94 e da Portaria 155 de 27/02/97, tornando compulsória a Certificação de Equipamentos Eletromédicos de acordo com as normas NBR IEC 601-1 e IEC 601-2.

##### Certificação de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas

O INMETRO mantém a obrigatoriedade da certificação através da Portaria 121 de 24/07/96, e de acordo com a Regra Específica de Certificação de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas, Rev. 2, Dez/96. O modelo de certificação é o n.º 5 da ISO e a avaliação do Sistema de Qualidade do fabricante é feita de acordo com a NBR ISO 9002.

#### 1-2. Etapas do processo e certificação

O cliente solicita formalmente a certificação e aprova o seu Regulamento Geral. Então, o CERTUSP faz a análise da documentação relativa ao Sistema da Qualidade. Essa documentação refere-se basicamente ao Manual da Qualidade e procedimen-

tos associados, de acordo com os itens da norma ISO 9001 requeridos pelas Regras Específicas.

No caso de equipamentos eletromédicos, somente alguns itens da norma ISO 9000 são exigidos. Se a empresa já for certificada segundo a ISO 9000, o CERTUSP considerará a certificação realizada. No caso de equipamentos para atmosferas explosivas, a análise é mais completa e envolve o Manual da Qualidade e/ou procedimentos da qualidade, relativamente a ensaios dos equipamentos objeto da certificação, a cópia do Certificado de Conformidade ISO 9000, e a cópia dos relatórios de auditoria e acompanhamento do sistema da qualidade.

O CERTUSP fará a análise do relatório de auditoria do Sistema da Qualidade realizado pela Certificadora do Sistema ISO 9000, em conformidade com os itens previstos na Regra Específica para os produtos objeto desta certificação.

Em todos os casos, o equipamento deverá ser submetido a ensaio de tipo de acordo com a norma NBR aplicável e o CERTUSP é responsável pela contratação destes ensaios junto ao laboratório, bem como pela condução do processo de certificação.

##### Auditoria do sistema da qualidade

Um Sistema da Qualidade implantado na fábrica deve obedecer aos seguintes itens da Norma NBR ISO 9001: 4.8 - Identificação e rastreabilidade do produto; 4.9 - Controle de processo; 4.10 -

##### Realização de ensaio no Laboratório de Explosão



Inspecção e ensaio; 4.11 - Controle de equipamento de inspecção, medição e ensaios; 4.12 - Situação de inspecção e ensaio; 4.13 - Controle de produtos não conforme; 4.15 - Manuseio, armazenamento, embalagem e expedição; 4.16 - Controle de registros da qualidade.

No caso de equipamentos para atmosferas explosivas, a Regra Específica exige que, após 1 ano de certificação, sejam implantados os demais itens da norma NBR ISO 9002. Quando a empresa já é certificada pela ISO 9000, o CERTUSP não faz auditoria de fábrica; apenas é comprovada a conformidade dos produtos a serem certificados.

**Certificação do produto**

A Comissão de Certificação do CERTUSP, após avaliação de toda a documentação relativa à auditoria e ensaios de tipo, decidirá sobre a concessão do Certificado de Conformidade, autorizando a empresa a aplicar a Marca Nacional de Conformidade em todos os produtos certificados.

A cada 12 meses, a partir da data de assinatura do contrato, o CERTUSP fará uma auditoria de avaliação na fábrica, além do acompanhamento do produto no mercado. No caso de equipamentos para atmosferas explosivas, o relatório de acompanhamento da certificadora de sistema é verificado, bem como os ensaios de controle que estão sendo realizados, de acordo com as normas técnicas do produto.

A renovação do contrato ocorrerá automaticamente a cada 5 anos, para equipamentos eletromédicos. Este prazo é de 2 anos para atmosferas explosivas. Se não for denunciado ou revogado, este será automaticamente prorrogado por mais um ano.

**2- Certificação de equipamentos importados**

**2-1. Regras Específicas**

O Ministério da Saúde, por meio da Portaria 2.663 de 22/12/95, em adendo à Portaria 2.043 de 12/12/94 e da Portaria 155 de 27/02/97, tornou compulsória a certificação de equipamentos eletromédicos, de acordo com as normas NBR IEC 601-1 e IEC 601-2. A certificação é dada de acordo com a Regra Específica NIE-DINQP-068 de junho/98, emitida pelo INMETRO, atendendo ao modelo de certificação n.º 5 da ISO.

O INMETRO, pela Portaria 121 de 24/07/96, e de acordo com a Regra Específica de Certificação de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas, Rev. 2, Dez/96, mantém a obrigatoriedade da certificação com o modelo n.º 5 da ISO e a avaliação do Sistema de Qualidade do fabricante é feita de acordo com a NBR ISO 9002.

**2-2. Etapas do processo de certificação**

Após a aceitação por parte da empresa solicitante do Regulamento Geral do CERTUSP, é feita a análise da documentação, que se constitui de:

- Certificado de Conformidade do sistema da qualidade conforme norma ISO 9001 ou 9002;
- Relatório de auditoria em fábrica e relatórios de acompanhamento do sistema da qualidade conforme norma ISO 9001 ou 9002;
- Certificado de ensaio conforme normas pertinentes;
- Relatório de ensaio conforme normas pertinentes;
- Cópia dos procedimentos dos ensaios de rotina realizados em fábrica no instrumento objeto de certificação; e
- Manuais de operação, em português.

Essa análise fundamenta-se na comparação entre as normas utilizadas no país de origem e as adotadas no Brasil. Obs.: Estes documentos

devem ser cópias reconhecidas pelo Consulado Brasileiro no país de origem, ou cópias controladas das certificadoras. Os procedimentos de ensaio devem ser cópias controladas emitidas pelo sistema da qualidade da fábrica.

**2-3- Certificação do produto**

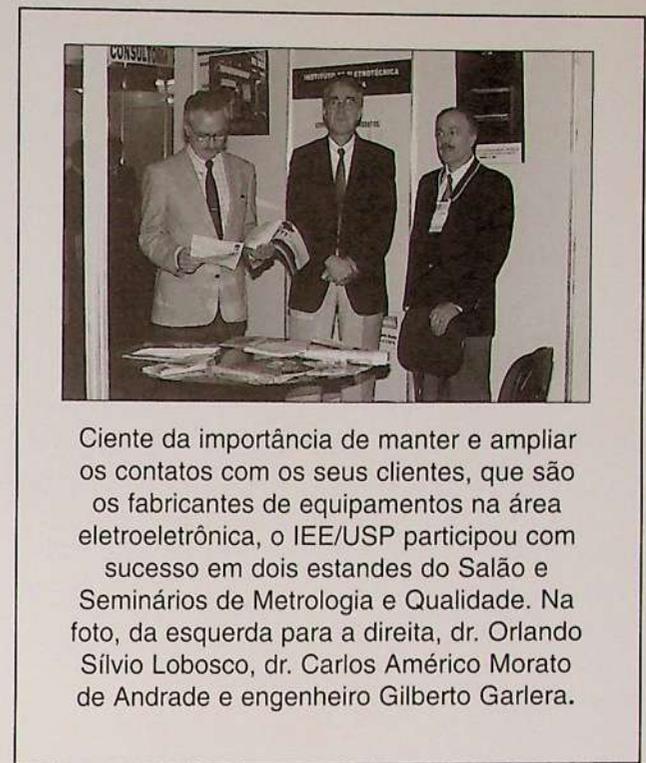
A Comissão de Certificação do CERTUSP, após avaliação de toda a documentação relativa a auditoria e ensaios, decidirá quanto à concessão do Certificado de Conformidade. Então, a empresa é autorizada a aplicar a Marca Nacional de Conformidade em todos os produtos certificados.

**Acompanhamento do uso da marca**

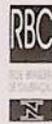
A cada 12 meses, a partir da data de assinatura do contrato, o CERTUSP auditará a empresa no Brasil, a qual deverá manter em arquivo cópia do relatório de acompanhamento do Sistema de Qualidade do fabricante no exterior, e cópia dos registros dos ensaios de rotina realizados na fábrica dos equipamentos exportados para o Brasil. A renovação do contrato ocorrerá automaticamente a cada 2 ou 5 anos, dependendo do tipo de produto, sem ônus, desde que não haja desistência das partes ou não tenham ocorrido modificações substanciais, seja no equipamento certificado ou no sistema de qualidade do fabricante.

**3- Observações finais**

Depois do início do processo de certificação, o IEE/USP poderá emitir uma declaração de compromisso de certificação, permitindo ao fabricante solicitar o registro do produto, emitido pelo Ministério da Saúde. Havendo dúvidas quanto aos procedimentos a seguir, a subcomissão "ad-hoc" do CBC constitui o fórum adequado para resolver qualquer problema.



Ciente da importância de manter e ampliar os contatos com os seus clientes, que são os fabricantes de equipamentos na área eletroeletrônica, o IEE/USP participou com sucesso em dois estandes do Salão e Seminários de Metrologia e Qualidade. Na foto, da esquerda para a direita, dr. Orlando Sílvio Lobosco, dr. Carlos Américo Morato de Andrade e engenheiro Gilberto Garlera.



**CRENCIADOS**

**Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO**

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC Nº 014)  
 Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão  
 Determinação da resistência de resistores-padrão.  
 Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores-padrão de energia e medidores de capacitância.  
 Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na

RBLE Nº CRL - 011/86)  
 Certificação de Conformidade de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão.  
 Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL-039/91)  
 Ensaio de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).  
 Ensaio de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).  
 Ensaio de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).  
 Ensaio de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaio de Equipamentos Eletromédicos** (Certificado de Credenciamento na RBC e na RBLE do INMETRO)  
 1. Equipamentos Eletromédico em Geral. Normas NBR IEC 601.1/94; IEC 601.1/88; BS 5724.1/89.  
 2. Eletrocardiógrafo. Normas IEC 601.2.25/93; Projeto ABNT 03:062.04-011:91.  
 3. Equipamentos de Raio-X. Normas IEC 1331-1/94; IEC 658/79; IEC 806/84; IEC 336/96; IEC 627/78; Procedimentos Internos 95LSb1PR 00X, 95LS64PR 00X, 95LS65PR 00X e 95LS66PR 00X; IEC 601-1-3/94 e IEC 601-2-7/87  
 4. Bisturi Elétrico. Norma 601-2-2/91  
 5. Desfibrilador Cardíaco. Normas IEC 601-2-4/83 e BS 5724 Section 2.4/85  
 6. Eletroencefalógrafo. Norma IEC 601-2-26/94  
 7. Monitor de ECG. Norma IEC 601-2-27/94  
 8. Nebulizador. ANSI Z 79.9/79